

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

DÉVELOPPEMENT ÉNERGÉTIQUE PAR MODÉLISATION ET INTELLIGENCE
TERRITORIALE : UN OUTIL DE PRISE DE DÉCISION PARTICIPATIVE POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE DES PROJETS ÉOLIENS

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

© MARIA DE LOURDES VAZQUEZ RASCON

OCTOBRE 2013

Composition du jury :

Benoît St-Onge, président du jury, UQAM

Adrian Ilinca, directeur de recherche, UQAR

Jean-Philippe Waaub, codirecteur de recherche, UQAM

Jean-Louis Chaumel, codirecteur de recherche, UQAR

Bruno Urli, jury, UQAR

Yves Gagnon, jury, Université de Moncton

Dépôt initial le 21 mai 2013

Dépôt final le 25 octobre 2013

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche à des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Adrian Ilinca, professeur au Département de mathématiques, informatique et génie de l'Université du Québec à Rimouski, directeur du LREE-UQAR, de son soutien constant durant ce doctorat ainsi que d'avoir accepté de diriger cette recherche. Sans son intervention et son soutien financier, cette recherche n'aurait jamais vu le jour. Je remercie Jean-Philippe Waaub, professeur au Département de géographie de l'Université du Québec à Montréal, directeur du GEIGER-UQAM et directeur du GERAD (HEC-Montréal, Polytechnique Montréal, McGill, UQAM), d'avoir accepté de codiriger cette recherche au sein de ses équipes de recherche. Je le remercie de m'avoir apporté durant cette recherche des commentaires et suggestions dans les domaines des enjeux de développement durable et de l'aide multicritère à la décision. Je remercie Jean-Louis Chaumel, professeur retraité au Département des sciences de la gestion de l'UQAR, qui a également accepté de codiriger cette recherche. Sa connaissance des enjeux reliés aux projets éoliens m'a permis un démarrage rapide pour l'accomplissement des objectifs établis.

Je remercie Marie-José Fortin, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en développement régional et territorial, de son appui concernant les questions d'impacts sur le paysage. Je remercie également les professeurs du Département de géographie de l'Université du Québec à Montréal qui, dans les cours, les corridors ou lors de la pause, ont été une source riche d'information pour l'outil développé. Merci au personnel de soutien de ce Département d'avoir été là lors des pannes d'ordinateurs ou lors de l'impression d'affiches et de cartes. Un gros merci à Louise Amyot et à Lucie Brodeur pour leur soutien lors des démarches administratives. Merci à tous mes collègues du doctorat, du LREE-UQAR, du GEIGER-UQAM de leur compagnie et de leurs encouragements pour mener à terme ma recherche. Merci à Raymond Robitaille qui a été là pour traduire nos articles. Mes vifs remerciements et pensées à tous les participants au test de DEMIT.

Je remercie aussi celui qui m'a appris que la vie est une fête remplie d'amour et celle qui m'a appris que la vie est constituée de spiritualité et de responsabilité, je remercie tous ceux qui ont été près de moi et avec moi – famille et amis – lors des blessures et dans les combats, avec un respect constant à l'égard de ma personne.

AVANT-PROPOS

Cette recherche propose des solutions aux problèmes rencontrés par les projets éoliens au Québec sur les aspects d'acceptabilité sociale. Lors de l'élaboration ou de la mise en fonction de certains projets éoliens, une partie de la population a demandé une plus grande implication dans la prise de décisions et la prise en compte de ses préoccupations. La prise de décision basée sur une analyse multicritère et multiacteurs a connu un développement accéléré partout dans le monde et a été utilisée dans de nombreux secteurs économiques. C'est pour cette raison que cette recherche a été réalisée en collaboration entre le Laboratoire de recherche en énergie éolienne de l'Université du Québec à Rimouski et le département de géographie de l'UQAM, par l'intermédiaire du GEIGER et du GERAD. Il s'agit d'un travail indépendant qui tient compte de façon égale des intérêts et points de vue des acteurs impliqués ou affectés par le développement des projets éoliens.

Pour mener à terme cette recherche, nous avons également collaboré avec Mme Marie-Josée Fortin, professeure à l'UQAR, experte des impacts sur le paysage, une des préoccupations principales exprimées au sujet des projets éoliens en Gaspésie. La grille d'analyse MOFF a été envisagée lors de la conférence CanWEA 2010, en écoutant une conférence de Richard Delaney. C'est dans ce contexte interdisciplinaire que l'approche DEMIT se nourrit pour répondre aux questions du développement durable des projets éoliens.

Cette recherche se veut un outil permettant d'améliorer les scénarios de projets éoliens du point de vue de l'ensemble des acteurs. Des échanges avec des experts chevronnés ont nourri l'élaboration de l'approche qui a été validée auprès des vrais acteurs de la mise en place d'un parc éolien.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	XI
LISTE DES TABLEAUX.....	XIII
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	XVIII
LISTE DES SYMBOLES	XXII
RÉSUMÉ	XXIII
CHAPITRE I	
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
1.1 Problématique	1
1.2 Objectifs.....	4
1.3 Méthodologie générale	6
1.4 Plan	11
CHAPITRE II	
COUPLING MCDA AND GIS IN A DECISION MAKING PROCESS FOR WIND FARM PROJECTS ANALYSIS –TIMED APPROACH.....	13
2.1 Introduction	14
2.2 Theoretical framework.....	16
2.2.1 Concept definition (visual information, model, scientific knowledge/local knowledge, wind energy project, MCDA, scenarios, GIS, stakeholders).....	16
2.2.2 Participatory GIS is a source of transparency during scenario modeling	20
2.2.3 MCDA-GIS coupling as a source of negotiation: limitations and possibilities	20
2.2.4 The MCDA-GIS coupling as a sustainable development approach	26
2.3 The MCDA-GIS multi-stakeholder coupling as a source of transparency, consensus and possibilities of sustainable development.....	28
2.4 The TIMED approach as a negotiation facilitation instrument	30
2.4.1 Presentation of the TIMED approach as a negotiation facilitator.....	30
2.4.2 MCDA module	31
2.4.3 GIS Module	34

2.4.4 Stakeholder involvement module	36
2.5 Scientific Knowledge / Local Knowledge Module.....	39
2.6 Conclusion	40

CHAPITRE III

TERRITORIAL INTELLIGENCE MODELING FOR ENERGY DEVELOPMENT (TIMED) – A CASE STUDY FOR THE BAIE-DES-SABLES (CANADA) WIND FARM

.....	53
3.1 Introduction	54
3.1.1 Overview of wind power development in Québec, Canada and Baie-des-Sables wind farm.....	54
3.1.2 The TIMED approach.....	55
3.1.3 Postulates for the elicitation of scenarios	58
3.2 Implementation steps	59
3.2.1 MCDA Module.....	59
3.2.2 Participatory GIS Module.....	65
3.2.3 Contributive Involvement of Stakeholder (CIS) Module	68
3.2.4 Scientific Knowledge and Local Knowledge (SK-LK) Module.....	68
3.3 Results	69
3.4 Discussion.....	73
3.5 Conclusion	73

CHAPITRE IV

MCDA: MEASURING ROBUSTNESS AS A TOOL TO ADDRESS STRATEGIC WIND FARMS ISSUES.....

4.1 Introduction	79
4.1.1 Four TIMED Approach Modules: Literature Review	80
4.1.2 An extended concept of robustness	82
4.1.3 Broadened robustness as an answer to the modeling of strategic concerns.....	83
4.1.4 Understanding the TIMED approach to understand the construction of matrices subject to the robustness analysis.....	84
4.2 Robustness analysis of the strategic concerns: a simulation to address the robustness concerns	87
4.2.1 Strategic level postulates	87
4.2.2 Methodology of the robustness analysis of strategic level postulates	88

4.3	Results	94
4.3.1	Postulate: Current situation.....	94
4.3.2	Postulate: Communication tools	95
4.3.3	Postulate: Type of ownership of wind farm.....	97
4.4	Discussion.....	98
4.4.1	Criteria	98
4.4.2	Flow results.....	100
4.5	The redefinition of the problem: <i>Taxation and royalties</i> postulate	104
4.6	Conclusion	105
4.7	References	108

CHAPITRE V

IDENTIFIER LES FACTEURS DE RÉUSSITE D'UNE DÉCISION PARTICIPATIVE PAR L'APPROCHE DEMIT : UNE ANALYSE FFOC

5.1	Introduction	112
5.1.1	L'approche DEMIT	112
5.1.2	La construction de quatre espaces garants de la transparence et de la participation ..	113
5.1.3	L'espace physique	113
5.1.4	Les espaces intellectuel et émotionnel.....	113
5.1.5	L'espace procédural.....	114
5.2	Méthodologie.....	115
5.2.1	L'analyse FFOC appliquée à DEMIT.....	115
5.2.2	Conception de la grille d'analyse.....	117
5.2.3	Grilles d'analyse SIG et AMCD.....	119
5.2.4	Validation de l'analyse	120
5.3	Discussion des résultats	122
5.3.1	Comparaison du nombre des forces-faiblesses et opportunités-contraintes pour chaque étape.....	126
5.3.2	Facteurs les plus nombreux repérés par module	129
5.3.3	Limites de DEMIT.....	135
5.4	Conclusion	136
5.5	Bibliographie	138

CHAPITRE VI	
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	142
6.1 Contributions	142
6.2 Applications.....	144
6.3 Limites et extensions de la recherche	145
6.4 Mot de la fin.....	148
ANNEXE A	
PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES	151
ANNEXE B	
COMPLÉMENT DE RÉSULTATS	163
ANNEXE C	
CONSTRUCTION DES CRITÈRES	195
ANNEXE D	
CARTES THÉMATIQUES.....	208
ANNEXE E	
CALCULS SUR EXCEL POUR CONSTRUIRE LES ÉCHELLES DE MESURE DES INDICATEURS	216
ANNEXE F	
16 FEUILLES D'ANALYSE MOFF	224
ANNEXE G	
LISTE DÉTAILLÉE DES FORCES-FAIBLESSES ET DES OPPORTUNITÉS- CONTRAINTES IDENTIFIÉES LORS DE L'ANALYSE MOFF	247
BIBLIOGRAPHIE.....	255
Introduction générale et conclusion générale.....	255
Annexes.....	258

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	TIMED approach as a negotiation facilitator	31
Figure 2.2	MCDA Module.....	32
Figure 2.3	GIS Module (Participatory and collaborative scenarios).....	35
Figure 2.4	Stakeholder Involvement Module.....	37
Figure 2.5	Stakeholder Involvement Module. Equal Weighting of Each Category's Decisional Power.	37
Figure 2.6	Stakeholder Involvement Module. More Decisional Power for the Public Sector.	38
Figure 2.7	Stakeholder Involvement Module. More Decisional Power for the Private Sector.	38
Figure 2.8	Scientific Knowledge/Local Knowledge Module	39
Figure 3.1	TIMED Approach coupling MCDA and GIS.....	56
Figure 3.2	Exclusion zones used in designing the scenarios to be analyzed	68
Figure 3.3	Ranking of scenarios	70
Figure 3.4	Coalition of stakeholders: Global visual analysis.....	71
Figure 3.5	Profiles of the scenarios.....	72
Figure 4.1	TIMED approach coupling MCDA and GIS.....	85
Figure 4.2	Ranking according to the original evaluation matrix of the Current situation postulate	94
Figure 4.3	Ranking of scenarios using the Ndif evaluation	95
Figure 4.4	Ranking of scenarios from Maximum grade evaluation matrix of the Communication tools – Negotiation postulate.....	96

Figure 4.5	Ranking of scenarios using the combined Nmax-Npro evaluation matrix of the Type of ownership of wind farm-Public-private partnership postulate	98
Figure 4.6	Rules followed for the changes in the scenario rankings.....	107
Figure 5.1	Histogramme du nombre de forces, faiblesses, opportunités et contraintes de DEMIT intervenant dans les espaces nécessaires à la décision participative.	125
Figure 5.2	Histogramme du nombre de forces, faiblesses, oppotunités et contraintes des modules SIG et AMCD de DEMIT	126
Figure 5.3	Graphique radar du nombre de forces-faiblesses et opportunités-contraintes par étape de l'approche DEMIT	127
Figure 5.4	Graphique radar du nombre de faiblesses par étape de l'approche DEMIT	128
Figure 5.5	Graphique radar du nombre de contraintes par étape de l'approche DEMIT	129

Figures dans les annexes

Figure A.1	Schéma conceptuel du module SIG participatif de l'approche DEMIT.....	161
Figure B.1	Classification des scénarios du modèle 2.....	191
Figure B.2	Classification des scénarios du modèle 3.....	192
Figure B.3	Plan GAIA du modèle 2 : position de l'axe de décision pour un pouvoir décisionnel de 25% par catégorie d'acteur. Interprétée de View Global Results	193
Figure B.4	Plan GAIA du modèle 3 : position de l'axe de décision pour un poivoir décisionnel de 40% pour le promoteur du projet. Interprétée de View Global Results	194
Figure D.1	Identification de sept bâtiments dans un rayon de 500 mètres	209
Figure D.2	Identification des 158 bâtiments dans le domaine du parc	210
Figure D.3	Différenciation entre les scénarios 1 et 2 dans le rayon de 500 mètres	211
Figure D.4	Identification des 150 bâtiments dans la zone tampon de 750 mètres.....	212
Figure D.5	Terres agricoles touchées par la construction de routes et de lignes électriques ...	213
Figure D.6	Éoliennes identifiées dans les milieux sensibles	214
Figure D.7	Éoliennes identifiées dans les cédrières, érablières, peuplements feuillus et résineux mixtes	215

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	Type de recherche visée par objectif spécifique.....	7
Table 2.1	Purpose of every MCDA stage	33
Table 3.1	Set of criteria for the analysis of wind farm	61
Table 3.2	Indicators and criteria scales.....	63
Table 3.3	Evaluation Matrix	64
Table 3.4	Contributive Involvement of Stakeholder	69
Table 4.1	Models and matrices requisied according to the different scenarios, postulates and power weighting options considered in the robustness analysis.....	89
Table 4.2	Identification of criteria that are likely to be evaluated.....	91
Table 4.3	Original evaluation matrix.....	94
Table 4.4	Evaluation matrix with different grades for the <i>Communication tools – Negotiation table</i> postulates.....	95
Table 4.5	Evaluation matrix Maximum grade of the Communication tools – Negotiation table postulate	96
Table 4.6	Combined evaluation matrix for the grading of the postulate <i>Type of ownership of wind farm – Public – private partnership</i>	98
Tableau 5.1	Feuille de travail de la grille d’analyse FFOC appliquée à l’approche DEMIT	118
Tableau 5.2	Assignment des codes servant à la description de chacune des étapes.....	120

Tableau 5.3	Analyse FFOC de la construction des espaces nécessaires à une décision transparente et participative lors de l'application de l'approche DEMIT. ...	124
Tableau 5.4	Liste des principaux facteurs reliés à l'environnement interne de DEMIT.....	130
Tableau 5.5	Liste des principaux facteurs reliés à l'environnement externe de DEMIT.....	133

Tableaux dans les annexes

Tableau A.1	Pondération des critères	153
Tableau B.1	Critères proposés par DEMIT, classifiés selon les dimensions du développement durable.....	172
Tableau B.2	Construction des échelons pour évaluer le critère 1 « diminution potentielle de l'espérance de vie ».....	175
Tableau B.3	Construction des échelons pour évaluer le critère 2 « Lieux significatifs »	176
Tableau B.4	Construction des échelons pour évaluer le critère 7 « perception de la non-acceptabilité sociale ».....	181
Tableau B.5	Construction des échelons pour évaluer le critère 8 « avantages financiers locaux.....	182
Tableau B.6	Construction des échelons pour évaluer le critère 9 « impact négatif potentiel sur le tourisme.....	183
Tableau B.7	Construction des échelons pour évaluer le critère 10 « emplois ».	184
Tableau B.8	Construction des échelons pour évaluer le critère 11 « avantages socio-économiques régionaux.	184
Tableau B.9	Construction des échelons pour évaluer le critère 12 « dégradations du milieu physique.....	185
Tableau B.10	Construction des échelons pour évaluer le critère 13 « dégradation de la biodiversité.	186

Tableau B.11	Paramètres à déterminer dans le logiciel D-Sight.	187
Tableau B.12	Construction des systèmes de préférence des acteurs au moyen de la pondération des dimensions des critères.....	188
Tableau B.13	Base de données réalisée pour le test de DEMIT.....	189
Tableau C.1	Regroupement des préoccupations sur la santé et la sécurité.....	196
Tableau C.2	Regroupement des préoccupations sur l'amélioration de la qualité du paysage.....	197
Tableau C.3	Regroupement des préoccupations sur la prise en compte des valeurs et des besoins des populations.....	198
Tableau C.4	Regroupement des préoccupations sur la perception de l'acceptabilité sociale.....	200
Tableau C.5	Regroupement des préoccupations sur l'impact économique dans la communauté hôte.....	202
Tableau C.6	Regroupement des préoccupations sur les avantages socio-économiques régionaux du projet.....	204
Tableau C.7	Regroupement des préoccupations sur la dégradation du milieu physique.....	205
Tableau C.8	Regroupement des préoccupations sur la perte de biodiversité.....	206
Tableau C.9	Tableau synthèse des critères.....	207
Tableau E.1	Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur "Superficie de terres agricoles touchées" (Critère 9 : perception de la non-acceptabilité sociale).....	217
Tableau E.2	Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur "montant total potentiel des avantages financiers" (Critère 8 : avantages financiers locaux).....	218
Tableau E.3	Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur "impact dans le paysage pour l'écotourisme" (Critère 9: impact négatif potentiel sur le tourisme.....	219

Tableau E.4	Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur "nombre potentiel d'emplois locaux" (Critère 10: Emplois).....	220
Tableau E.5	Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur "investissement dans la région" (Critère 11 : avantages socio-économiques régionaux).....	221
Tableau E.6	Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur "superficies de sol sensible touchées" (Critère 12 : dégradation du milieu physique).....	222
Tableau E.7	Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur "superficies de flore et faune touchées" (Critère 13 : dégradation de la biodiversité).....	223
Tableau F.1	Module SIG: choix d'information géoréférencée.....	225
Tableau F.2	Module SIG: support informatique.....	226
Tableau F.3	Module SIG: obtention de données.....	227
Tableau F.4	Module SIG: conception des scénarios.....	229
Tableau F.5	Module SIG: conception des cartes.....	230
Tableau F.6	Module AMCD: définition du problème et identification des enjeux.....	231
Tableau F.7	Module AMCD: structuration des enjeux.....	233
Tableau F.8	Module AMCD: choix de la méthode d'évaluation.....	234
Tableau F.9	Module AMCD: choix de critères.....	236
Tableau F.10	Module AMCD: pondération de critères.....	237
Tableau F.11	Module AMCD: identification des indicateurs.....	239
Tableau F.12	Module AMCD: choix des échelles d'évaluation.....	240
Tableau F.13	Module AMCD: matrice d'évaluation.....	241

Tableau F.14	Module AMCD: analyse de préférences.....	242
Tableau F.15	Module AMCD: consolidation du jugement.....	243
Tableau F.16	Module AMCD: décision.....	245

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACP	Analyse en composantes principales
AHP	Analytical Hierarchy Process
AMCD	Aide multicritère à la décision
ANP	Analytic Network Process
AQPER	Association Québécoise de la production d'énergie renouvelable
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
CanWEA	Canadian Wind Energy Association
CS-CL	Connaissances scientifiques-connaissances locales
CSI	Contributory Stakeholder Involvement
DEMIT	Développement énergétique par modélisation et intelligence territoriale
EIA	(U.S.) Energy Information Administration
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant la REalité
FFOC	Forces, Faiblesses, Opportunités, Contraintes
GAIA	Geometrical Analysis for Interactive Aid
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GEIGER	Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional
GIS	Geographic Information System
INDI	Indicateurs de l'aménagement durable des forêts
IEA	International Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ICA	Implication contributive des acteurs
IDC	Intelligence, Design, Choice
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
LREE	Laboratoire de recherche en énergie éolienne
MADA	Multiattribute Decision Analysis
MCDA	Multi Criteria Decision Analysis
MCDS	Multiple Criteria Decision Support
MNRF	Ministère des Ressources naturelles et de la faune
MODA	Multiobjective Decision Analysis
MRI	Ministère de relations internationales du Québec
MRC	Municipalités régionales de comté
NAIADE	Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments
NDif	Different Values Matrix

NMax	Maximum Values Matrix
NOri	Original evaluation matrix
NPro	Proportional Improvement Matrix
NSERC	Natural Sciences and Engineering Research Council
NUPI	Nonhomogeneous Uncertain Preference Information
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PCR	Provisional Control Regulations
PDF	Portable Document Format
PIA	Plan d’implantation et d’intégration architecturale
PMCD	Participatory Multiple Criteria Decision Aid
PPGIS	Public Participation Geographic Information System
PPMV	Plan de protection et de mise en valeur
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation
RCI	Règlements de contrôle intérimaire
SIG	Système d’information géographique
SK-LK	Scientific Knowledge / Local Knowledge
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TIF	Tagged Image File
TIMED	Territorial Intelligence Modeling for Energy Development

UQAM	Université du Québec à Montréal
UQAR	Université du Québec à Rimouski
US	United States
WEAP	Water Evaluation and Planning System
WWEA	World Wind Energy Association

LISTE DES SYMBOLES

c/kWh	cent par Kilowatt-heure
CO ₂	Dioxyde de carbone
TWh	Térawatt-heure
kW	Kilowatt
USD	United States Dollar
kWh	Kilowatt-heure
MW	Mégawatt
dB	Décibel

RÉSUMÉ

La présente thèse porte sur le développement et la mise à l'essai d'une approche participative et transparente d'aide à la décision permettant d'établir des mesures d'insertion efficaces de projets de parcs éoliens. Appelée DEMIT (Développement Énergétique par Modélisation et Intelligence Territoriale), cette approche se base à la fois sur un cadre argumentaire, et sur la prise en compte des systèmes de valeurs et des préférences des acteurs impliqués dans ces projets. Nous utilisons deux méthodes multicritères : l'aide multicritère à la décision et les systèmes d'information géographique, pour d'une part générer des scénarios correspondant à diverses possibilités d'implantation, y compris l'option de ne rien faire, et pour, d'autre part, évaluer ces scénarios en abordant les enjeux qu'ils soulèvent, et en les modélisant sous forme de critères et indicateurs. Les enjeux soulevés par les acteurs permettent à la fois l'inclusion de différents aspects socioculturels, environnementaux et économiques des projets de parcs éoliens, et, leur priorisation selon les différentes visions de développement durable qui leur correspondent, et conformément aux 16 principes de développement durable inclus dans la Loi sur le développement durable du Québec. Quatre objectifs spécifiques ont été visés, permettant un cheminement logique du travail et la réalisation et la validation d'un test d'application de l'outil développé :

- Concevoir l'approche DEMIT couplant l'AMCD et les SIG participatifs;
- Tester l'approche développée sur une étude de cas;
- Réaliser une analyse de robustesse par rapport aux questions stratégiques soulevées;
- Analyser les forces-faiblesses et les opportunités-contraintes de la méthodologie développée.

DEMIT est représenté visuellement par une figure exprimant l'idée de co-construction des scénarios pour la prise de décision avec tous les acteurs impliqués qui se retrouvent au centre de cette approche. DEMIT est composé de quatre modules : aide multicritère à la décision, implication contributive des acteurs, systèmes d'information géographique participatifs, et connaissances scientifiques-connaissances locales. L'intégration de ces quatre modules permet d'analyser différents scénarios d'implantation des éoliennes tout en incluant les préoccupations de tous acteurs impliqués par le projet. Cela conduit, grâce au processus de prise de décision proposé, au choix du meilleur scénario collectif. Le deuxième objectif a permis de tester DEMIT dans le cas de l'évaluation *ex post* d'un parc éolien en opération depuis 2006. Onze personnes y ont participé, représentant quatre catégories des acteurs : le

secteur privé, le secteur public, les experts et la société civile. Ce test nous a permis d'analyser le contexte actuel dans lequel les projets éoliens se développent au Québec. Les préoccupations de certains acteurs sortant du contexte de l'étude de cas ont été explorées dans le troisième volet. Celui-ci nous a permis de faire des simulations en tenant compte des postulats de niveau stratégique, tel que "le type d'outil de communication" utilisé pour approcher la communauté hôte du projet et "le type de propriété" du parc éolien. Finalement, le quatrième volet, portant sur l'analyse FFOC et réalisé avec la participation de huit experts, nous a permis de vérifier dans quelle mesure DEMIT réussit à construire quatre espaces garants de la prise de décision participative, à savoir : les espaces physique, intellectuel, émotionnel et procédural. De cette analyse, 116 forces, 28 faiblesses, 32 contraintes et 54 opportunités ont été répertoriées.

Les contributions, les applications, les limites et extensions de cette recherche se basent sur : l'apport d'une méthodologie de prise de décision participative qui prend en considération des variables socioculturelles, environnementales et économiques; la convocation à des séances de réflexion sur un parc éolien en opération; l'acquisition des connaissances sur les méthodes multicritères par les acteurs participants au test de l'approche DEMIT proposée; la prise en compte des espaces physique, intellectuel, émotionnel et procédural pour articuler la décision participative; l'utilisation future de l'approche DEMIT dans le cas de ressources énergétiques renouvelables autres que l'éolien; le besoin d'une équipe interdisciplinaire pour l'application de l'approche DEMIT; l'accès à des données de qualité; l'accès à la technologie informatique; le droit à la participation publique; la neutralité des experts; la concurrence entre experts et non-experts; les contraintes culturelles; l'amélioration des indicateurs conçus; la réalisation d'une plateforme informatique pour la prise de décision participative ou la rédaction d'un manuel sur l'utilisation de la méthodologie développée.

Mots clés : Parc éolien, aide multicritère à la décision, systèmes d'information géographiques, DEMIT, développement durable des projets éoliens, énergie renouvelable, participation sociale, préoccupation de robustesse, analyse FFOC.

SUMMARY

This thesis focuses on the implementation of a participatory and transparent decision making tool about the wind farm projects. This tool is based on an (argumentative) framework that reflects the stakeholder's values systems involved in these projects and it employs two multicriteria methods: the multicriteria decision aide and the participatory geographical information systems, making it possible to represent this value systems by criteria and indicators to be evaluated. The stakeholder's values systems will allow the inclusion of environmental, economic and social-cultural aspects of wind energy projects and, thus, a sustainable development wind projects vision. This vision will be analyzed using the 16 sustainable principles included in the Quebec's Sustainable Development Act. Four specific objectives have been instrumented to favor a logical completion work, and to ensure the development of a successful tool : designing a methodology to couple the MCDA and participatory GIS, testing the developed methodology by a case study, making a robustness analysis to address strategic issues and analyzing the strengths, weaknesses, opportunities and threads of the developed methodology. Achieving the first goal allowed us to obtain a decision-making tool called *Territorial Intelligence Modeling for Energy Development* (TIMED approach).

The TIMED approach is visually represented by a figure expressing the idea of a co-construction decision and where all stakeholders are the focus of this methodology. TIMED is composed of four modules: Multi-Criteria decision analysis, participatory geographic Information systems, active involvement of the stakeholders and scientific knowledge/local knowledge. The integration of these four modules allows for the analysis of different implementation scenarios of wind turbines in order to choose the best one based on a participatory and transparent decision-making process that takes into account stakeholders' concerns. The second objective enabled the testing of TIMED in an *ex-post* experience of a wind farm in operation since 2006. In this test, 11 people participated representing four stakeholder' categories: the private sector, the public sector, experts and civil society. This test allowed us to analyze the current situation in which wind projects are currently developed in Quebec. The concerns of some stakeholders regarding situations that are not considered in the current context were explored through a third goal. This third objective allowed us to make simulations taking into account the assumptions of strategic levels. Examples of the strategic level are the communication tools used to approach the host community and the park property type. Finally, the fourth objective, a SWOT analysis with the participation of eight experts, allowed us to verify the extent to which TIMED approach succeeded in constructing four fields for participatory decision-making: physical, intellectual, emotional and procedural. From these facts, 116 strengths, 28 weaknesses, 32 constraints and 54 opportunities were identified.

Contributions, applications, limitations and extensions of this research are based on giving a participatory decision-making methodology taking into account socio-cultural, environmental and economic variables; making reflection sessions on a wind farm in operation; acquiring MCDA knowledge for participants involved in testing the proposed

methodology; taking into account the physical, intellectual, emotional and procedural spaces to articulate a participatory decision; using the proposed methodology in renewable energy sources other than wind; the need to an interdisciplinary team for the methodology application; access to quality data; access to information technologies; the right to public participation; the neutrality of experts; the relationships between experts and non-experts; cultural constraints; improvement of designed indicators; the implementation of a Web platform for participatory decision-making and writing a manual on the use of the developed methodology.

Keywords: wind farm, multicriteria decision, geographic information systems, TIMED approach, sustainable wind energy projects development, renewable energy, social participation, robustness concern, SWOT analysis.

CHAPITRE I

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1.1 Problématique

La filière éolienne a connu un développement très accéléré partout dans le monde avec un taux annuel de croissance de l'ordre de 25% pendant les 10 dernières années. Le Québec n'a pas fait exception et les parcs éoliens ont été installés à un rythme rapide depuis le premier parc installé en Gaspésie en 1998. La politique énergétique élaborée par le Gouvernement du Québec en 2005 prévoit l'installation de 4 000MW de puissance éolienne jusqu'en 2015. Si plusieurs projets ont connu un déroulement sans heurt, d'autres ont fait face à une vive opposition d'une partie de la population. Certaines préoccupations ou craintes des gens par rapport à la technologie éolienne ont été exprimées souvent sous la forme d'un refus des projets. Ceci s'est traduit par des retards importants ou même par l'abandon de plusieurs projets. Ainsi, aujourd'hui, 700MW des 4 000MW initialement prévus ont dû être abandonnés. Un facteur important de l'acceptabilité sociale des projets éoliens est la participation et la prise en compte des positions de tous les acteurs lors de l'élaboration et du choix des scénarios d'implantation des parcs éoliens. Afin de cerner l'ensemble des facteurs qui peuvent soutenir une démarche rigoureuse de prise de décision qui soit transparente et participative, et qui favorise le développement durable de l'énergie éolienne, les aspects suivants doivent être pris en compte:

- les changements climatiques et les besoins énergétiques;
- la complexité des projets éoliens;
- les objectifs stratégiques du développement de la filière éolienne au Québec;
- les préoccupations des acteurs impliqués dans le développement des projets.

Les changements climatiques et les besoins énergétiques

Le quatrième rapport d'évaluation sur les changements climatiques « Changements climatiques 2007 » du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) signale que le réchauffement de la planète est fort probablement dû à l'augmentation des émissions anthropiques de gaz à effet de serre. Parmi les mesures de lutte contre les changements climatiques présentées par ce rapport, il nous apparaît important de souligner les suivantes : « ...de nouveaux investissements dans l'infrastructure énergétique des pays en développement, l'amélioration de l'infrastructure énergétique des pays industrialisés, ainsi que des politiques visant à promouvoir la sécurité énergétique », car elles « peuvent, dans bien des cas, ouvrir des possibilités pour ramener les émissions de CO₂ en deçà des scénarios de référence » (Groupe de travail III du GIEC, 2007, p.13). Les politiques de promotion de la sécurité énergétique servent à garantir l'approvisionnement. La fourniture en électricité est devenue un des besoins énergétiques primordiaux de la société actuelle. Historiquement, la filière éolienne a connu un très grand succès en Europe et sa production s'accroît chaque année dans 70 pays du monde (Bouchard, 2007), du fait qu'elle compte sur une technologie performante qui lui permet d'avoir un coût de production concurrentiel avec celui des ressources conventionnelles, soit de quatre à six cents USD par kWh aux États-Unis (OECD/IEA, 2006). Au Québec, le coût moyen de l'électricité d'origine éolienne, pour le deuxième appel d'offres, est de 8,7 c/kWh. En considérant aussi les coûts de transport (1,3 c/kWh) et les coûts du service d'équilibrage (0,5 c/kWh), le coût total atteint les 10,5 c/kWh (Hydro-Québec Distribution, 2008). Le secteur de l'énergie éolienne connaît une croissance exponentielle dans les pays développés, dont le Danemark, l'Allemagne, l'Espagne, les États-Unis ou la France. Au Canada, le Québec planifie de produire 10% de son électricité par l'énergie éolienne en 2015 (Bouchard, 2007). Les nouvelles recherches sur cette ressource

énergétique contribueront à la poursuite de son expansion. L'utilisation de cette ressource énergétique devient donc un impératif dans la lutte contre les changements climatiques et dans la diversification énergétique des pays.

La complexité des projets éoliens

De nombreuses difficultés existent pour la réalisation des projets éoliens: les coûts de financement semblent être plus élevés que ceux des ressources conventionnelles, l'acceptation sociale devient une condition pour l'exécution de ces projets et le raccordement au réseau électrique doit compter sur des règlements clairs selon les différentes tailles d'éoliennes (domestiques : 25 m et 10 kW ; moyennes : 60 m et 500 kW ; grandes : 150 m et 3 MW, selon Gipe (2007). Ces règlements évoluent depuis 30 ans. Cependant, certaines compagnies d'électricité demandent encore des améliorations (Gipe, 2007). Les promoteurs des projets font face à différentes exigences techniques, telles que la sélection du site, l'évaluation du potentiel éolien, la conception du projet ou l'élaboration d'études de faisabilité et d'impact environnemental. Pour résoudre ces difficultés, de nombreuses études ont été menées telles que celles sur l'introduction des énergies renouvelables dans le secteur électrique (Tsioliaridou et *al.*, 2005) ou celles sur les stratégies énergétiques renouvelables pour le développement durable (Midilli et *al.*, 2005). Dans les pays où les parcs éoliens ont eu un grand succès, ces obstacles ont pu être surmontés. Au Québec, l'énergie éolienne est développée depuis 1990 (Bouchard, 2007). En 2005, Québec reprend ainsi, dans sa stratégie énergétique, son potentiel éolien technique exploitable hors des zones restrictives, lequel est estimé à environ 3 984 000 MW (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 2005), tout en affirmant aussi que le réseau électrique d'Hydro-Québec ne peut en admettre que 4 000 MW (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 2006).

La place stratégique de la filière éolienne au Québec

Le gouvernement du Québec a décidé de lancer la filière éolienne dans un but stratégique. En effet, le deuxième objectif de la Stratégie énergétique du Québec 2006-2015 (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 2006, page 4) établit l'utilisation de l'énergie « comme levier de développement économique », vise à « accorder

une plus grande place aux communautés locales et régionales et aux nations autochtones dans le développement énergétique » et à « devenir un leader du développement durable ». Cette stratégie souligne que l'exploitation du potentiel éolien est prioritaire parmi les ressources énergétiques ciblées. La deuxième orientation de cette stratégie souligne que la filière éolienne est rapide à développer, qu'elle possède des coûts compétitifs par rapport à d'autres sources énergétiques et qu'elle favorise le développement durable.

Les préoccupations des acteurs impliqués

En 2005, Hydro-Québec lançait au secteur privé un deuxième appel d'offres pour 2 000 MW (Gouvernement du Québec, 2005). L'échéance pour les soumissions était le 17 avril 2007, mais elle a finalement été reportée au 15 septembre 2007. En effet, le 7 février 2007, différents acteurs se sont prononcés, au moyen du *Manifeste citoyen pour un développement éolien durable au Québec* (Blogue énergie éolienne, 2007), pour un moratoire. Cet exemple permet d'illustrer que certaines conditions des projets éoliens génèrent des conflits dans les régions où les parcs éoliens se développent.

Par ailleurs, la pratique a aussi montré que la prise en compte des valeurs des différents acteurs impliqués dans l'implantation des projets éoliens, est essentielle pour leur réussite, tel qu'illustré par le cas du parc éolien « Le Haut des Ailes » (Erelia Groupe, 2007), en France, qui s'est développé rapidement, comparé à d'autres projets.

1.2 Objectifs

Afin de répondre à la problématique exposée, l'objectif général de cette recherche est de développer et de tester un outil d'aide à la décision, transparent et participatif, permettant d'établir des mesures d'insertion efficaces en vue de l'implantation éventuelle des projets de parcs éoliens dans les communautés hôtes. Cet outil d'aide à la décision est ainsi basé à la fois sur l'élaboration d'un cadre argumentatif solide, et sur la prise en compte des systèmes de valeurs et des préférences des acteurs impliqués dans ces projets. D'une part, le cadre argumentatif prend en considération les préoccupations socioculturelles, économiques et environnementales des différents acteurs impliqués. D'autre part, il est construit autant à partir des connaissances de scientifiques et d'experts, qu'à partir des savoir-faire locaux.

Pour atteindre cet objectif général, quatre objectifs spécifiques sont visés :

1. concevoir une approche couplant l'AMCD et les SIG participatifs. La méthodologie résultante permettra d'évaluer un projet éolien en regard des variables du développement durable et des enjeux touchant la communauté hôte du projet. Les variables socioculturelles, environnementales et économiques analysées seront identifiées à partir des préoccupations exprimées par les acteurs impliqués dans un projet éolien en particulier et complétées à partir d'une revue de littérature;
2. tester l'approche développée par une étude de cas. Ce test permettra de valider la méthodologie résultante auprès des acteurs dans un contexte réel. Ce projet pilote d'application de DEMIT fournira également les données nécessaires à l'atteinte de l'objectif 3;
3. réaliser une analyse de robustesse par rapport aux questions stratégiques du développement des projets éoliens. Différents postulats ont été établis pour bien cerner les conditions actuelles imposées par le contexte politico-institutionnel du développement de l'industrie éolienne au Québec. La robustesse des résultats obtenus sera ainsi analysée en fonction de la remise en question de ces postulats et de la prise en considération d'autres contextes potentiels de développement de cette industrie;
4. analyser les forces-faiblesses et les opportunités-contraintes de l'approche développée. Grâce à trois *focus group*, nous déterminerons les possibilités de réussite de l'approche développée en regard de la construction de quatre espaces garantissant la prise de décision participative. Cet objectif servira à vérifier si l'approche DEMIT réussit à produire une prise de décision transparente et participative.

La thèse est composée de quatre articles :

1. 'Coupling MCDA and GIS in a Decision Making Process for Wind Farm Projects Analysis –TIMED Approach'. Paru dans *International of Geomatics and Spatial Analysis*, VOL 23/1 - 2013 - pp.95-123 - doi:10.3166/rig.23.95-123. Cet article a permis la réalisation de l'objectif 1 relatif à la conception d'une méthodologie couplant l'AMCD et les SIG participatifs.
2. 'Territorial Intelligence Modeling for Energy Development (TIMED) – A Case Study for the Baie-des-Sables (Canada) Wind Farm'. Paru dans *International Journal of Multicriteria Decision Making*, Vol. 3, Nos. 2/3, pp. 236-255. Cet article a permis l'atteinte de l'objectif 2 concernant le test de l'approche développée.
3. 'MCDA: Measuring Robustness as a Tool to Address Strategic Wind Farms Issues'. Paru, comme chapitre de livre dans *Assessment and Simulation Tools for Sustainable Energy Systems*, Fausto Cavallaro (Ed.), 2013, Springer. Ce chapitre a permis l'atteinte de l'objectif 3 concernant l'analyse de robustesse par rapport aux questions stratégiques soulevées.
4. 'Identifier les facteurs de réussite d'une décision participative par la méthodologie DEMIT : une analyse FFOC. À soumettre après traduction, dans *International Journal of Multicriteria Decision Making*. Cet article a permis l'atteinte de l'objectif 4 concernant l'analyse des forces-faiblesses et des opportunités-contraintes de l'approche DEMIT développée.

1.3 Méthodologie générale

Globalement, la recherche est appliquée et l'atteinte des objectifs suivra les quatre étapes suivantes :

Tableau 1.1 Type de recherche visée par objectif spécifique

No.	Objectif	Sous-type de recherche	Résultat attendu
1	Concevoir une approche	Théorique	Présentation de l'approche DEMIT
2	Tester l'approche	Recherche-action	Test de l'approche DEMIT (Travail conjoint avec les acteurs concernés et le chercheur)
3	Réaliser une analyse de robustesse (au moyen de la variation de plusieurs critères sur plusieurs matrices)	Prospective	Présentation d'éléments de réponse aux questions stratégiques des projets éoliens
4	Analyser les forces-faiblesses et les opportunités-contraintes de l'approche développée	Évaluative	Détermination de la capacité de DEMIT pour construire les espaces nécessaires à une décision participative.

La méthodologie générale présente les grandes étapes du travail de recherche ayant permis l'atteinte des quatre objectifs spécifiques décrits ci-dessus. Elle aborde ainsi les différents aspects de la conception d'une approche de prise de décision transparente et participative, qui est ensuite validée par un projet réel. Elle présente aussi comment l'analyse de robustesse des résultats de cette application, ainsi que l'analyse des forces-faiblesses et d'opportunités-contraintes de l'approche, ont été réalisées.

La conception de l'approche débute par l'identification et définition des concepts ou de outils reliés à la modélisation des scénarios de parcs éoliens et à la représentation visuelle de l'information facilitant son interprétation. Parmi les concepts considérés on trouve les connaissances scientifiques et locales, lesquelles ont une place privilégiée du fait qu'elles permettent l'identification d'impacts des projets proposés (Failing, 2007). Les systèmes d'information géographique (SIG) et l'aide multicritère à la décision (AMCD) sont des outils fondamentaux pour faciliter l'implication des acteurs concernés par un projet de parc éolien. Les SIG contribuant à l'identification du territoire et à la conception des scénarios, l'AMCD permettant l'évaluation de ces scénarios des projets éoliens. Ensuite, la revue de littérature a

permis de dégager les limites et possibilités du couplage AMCD-SIG pour répondre à la demande de transparence et de participation au sujet de l'implantation durable d'un projet de parc éolien. Du fait que ce couplage devait aussi servir à l'analyse des variables socioculturelles, économiques et environnementales, la Loi sur le développement durable du Québec (Gouvernement du Québec, 2006) a été la base d'une réflexion sur les conditions nécessaires au développement des projets éoliens dans un contexte durable. Le cadre théorique a été construit à partir de plus des 100 documents et en tenant compte des conclusions des plus importants auteurs et chercheurs dans ce domaine. Finalement, tous ces éléments sont agrégés en quatre modules pour constituer l'approche d'analyse et de choix des scénarios de développement des parcs éoliens appelée DEMIT - Développement énergétique par modélisation et intelligence territoriale. Cet acronyme exprime le fait que le développement des ressources énergétiques est basé sur les particularités les plus importantes d'un projet complexe et sur l'application de processus intelligents relatifs au territoire en question. Le concept d'intelligence territoriale est apparu lors des séances de travail de la table de dialogue et de négociation établie pour tester la méthodologie. L'intelligence territoriale est liée à la mutualisation de l'information, à la concertation, à la coopération et elle désigne également la relation entre la connaissance et l'action (Girardot, 2009). Donc, l'acronyme reflète simultanément les idées exprimées par les participants au test de DEMIT et un concept déjà établi, l'intelligence territoriale, le tout appliqué au développement des énergies renouvelables.

Une fois conçue, l'approche DEMIT a servi à analyser un parc éolien existant, celui de Baie-des-Sables, et cela sous la forme d'une étude de cas. Ce choix a été dicté par le fait que ce parc est caractérisé comme « un projet exemplaire à plus d'un titre » (Ressources naturelles Canada, juillet 2008, page 25). Ce projet a été retenue par Hydro-Québec dans le cadre du premier appel d'offres de 1000 MW éoliens lancé en 2003¹. Par la suite, un avis de projet a été déposé en juin 2004 et le promoteur a réalisé l'étude d'impact sur l'environnement que la LQE du Québec exigeait pour ce type de projet. En 2005, le ministère de Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a demandé au BAPE de tenir une audience publique pour ce projet. Cette audience s'est déroulée en deux parties : la

¹ <http://www.mrn.gouv.qc.ca/energie/eolien/eolien-projets.jsp> Page Web consultée le 10 mai 2013.

première les 16 et 17 mai 2005, et la seconde les 14 et 15 juin 2005². Le parc éolien a été construit et mis en opération en novembre 2006³.

Ce contexte a permis l'accès à beaucoup d'informations rendues publiques, telles que des cartes thématiques, les mémoires des différents acteurs, l'étude d'impacts du projet. De plus, toute cette information était facilement disponible sur le site Web du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) du Québec. Le parc éolien de Baie-des-Sables a donc été choisi pour tester DEMIT. L'analyse de 33 mémoires déposés lors des audiences publiques de 2005 a servi à identifier les acteurs impliqués dans ce dossier, lesquels ont ainsi été ciblés comme participants potentiels à cette étude de cas. Cette analyse des mémoires a également servi à la préparation des huit réunions réalisées entre le 18 mars 2010 et le 29 septembre 2011 pour tester l'approche DEMIT. Nous avons contacté les acteurs au moyen d'une lettre d'invitation, nous avons programmé une première réunion d'information avec les personnes qui ont accepté d'y participer et nous leur avons proposé un agenda de travail et un formulaire de consentement de participation au test. Sept autres réunions ont suivi, toutes selon un programme soumis à l'avance. Bien que ce programme fût un guide pour le déroulement des séances, il existait un espace de liberté pour la réflexion et l'échange d'idées. Chaque réunion devenait un espace de discussions et d'échanges dans lequel des feuilles de travail étaient distribuées pour servir à la collecte de données. Avec cette information, nous avons réalisé chacune des étapes proposées dans les quatre modules de DEMIT. Les quatre modules soutenant l'approche DEMIT et aidant à sa mise en œuvre sont l'AMCD, les SIG participatifs, les connaissances scientifiques-connaissances locales et l'implication des acteurs. Deux logiciels ont été nécessaires au traitement des données : D-Sight pour le module AMCD et ArcGIS pour le module SIG.

Les étapes de validation lors de l'étude de cas, pour le module AMCD sont : a) la définition du problème; b) l'identification des enjeux; c) la structuration des enjeux; d) la sélection d'une méthode d'agrégation multicritère ; e) la sélection des critères; f) la pondération des critères; g) la sélection des indicateurs et de leurs échelles; h) la réalisation d'une matrice d'évaluation; i) la réalisation d'une analyse de préférence; j) la consolidation

² <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape217.pdf> Page Web consultée le 10 mai 2013.

³ <http://www.cartierenergie.com/cartier-energie.aspx?sec=7> Page Web consultée le 10 mai 2013.

du jugement et k) la décision. Toutes ces étapes sont détaillées dans le chapitre III, section 3.2.1 MCDA Module. Les étapes de validation lors de l'étude de cas, pour le module SIG sont : a) la sélection d'informations géoréférencées; b) la réalisation de la base de données; c) la conception des scénarios à évaluer et d) la réalisation de cartes thématiques. Toutes ces étapes sont détaillées dans le chapitre III, section 3.2.2 GIS Module. Cette étude de cas a permis de bien cibler les moments de participation des acteurs, tel qu'indiqué dans le chapitre III, section 3.2.3 correspondant au module ICA. Tant les connaissances scientifiques que le savoir local ont été pris en compte dans toutes les étapes réalisées, tel qu'indiqué dans le chapitre III, section 3.2.4, correspondant au module CS-CL. Cette étude de cas a pris en considération le contexte actuel réel dans lequel les projets éoliens se développent au Québec. C'est ainsi que nous avons testé, validé et ajusté l'approche DEMIT.

Certaines préoccupations socioculturelles des citoyens en lien avec le développement durable des parcs éoliens sont incluses dans le processus d'aide multicritère sous la forme de postulats. La robustesse des résultats des différents postulats a été vérifiée en modifiant le scénario original de l'étude de cas pour prendre en compte des alternatives différentes du mode de propriété du parc et des outils de communication utilisés lors de l'étape de concertation. Cette analyse de robustesse a été réalisée à l'aide de matrices d'évaluation utilisant des valeurs différentes, maximales et proportionnelles, tel qu'indiqué dans le chapitre IV, section 4.2.2.5 *Designing matrices responding to the robustness concerns*. L'analyse de robustesse a permis de mettre en évidence, dans une situation conflictuelle, des opportunités pour débloquer des obstacles lors de l'implémentation d'un parc éolien.

La méthodologie pour atteindre le dernier objectif (analyser les forces-faiblesses et les opportunités-contraintes) est basée sur le couplage de l'analyse FFOC à une grille d'analyse constituée de quatre espaces (physique, intellectuel, émotionnel et procédural), tel qu'indiqué dans le chapitre V, section 5.2.2 Conception de la grille d'analyse. Pour ce faire, dans un premier temps, nous avons fait une revue de littérature sur les quatre espaces garants de la transparence et de la participation dans la prise de décision, soit sur les espaces précités. Dans un deuxième temps, nous avons vérifié si l'approche proposée par cette recherche avait plus de forces et d'opportunités que de faiblesses et de contraintes en relation avec la construction de ces quatre espaces garants d'un « bon » processus participatif. Tel qu'indiqué dans le

chapitre V, section 5.2.4.1 Implémentation d'un focus group, huit experts, divisés en deux *focus group*, un pour le module AMCD et l'autre pour le module SIG, ont participé à l'analyse FFOC. Le groupe analysant le module AMCD s'est réuni deux fois, tandis que celui analysant le module SIG, une fois. De plus, des courriels ont été utilisés pour recueillir, en certains cas, leurs derniers commentaires.

1.4 Plan

Cette thèse comporte six chapitres, dont quatre correspondent aux articles publiés. Le premier chapitre (introduction) établit la pertinence de cette recherche, la problématique à laquelle elle répond, les objectifs poursuivis, la méthodologie générale utilisée et le lien scientifique entre les différents articles.

Chaque article présente en détail les éléments méthodologiques permettant l'atteinte de chacun des objectifs spécifiques dans les chapitres II, III, IV et V. Certains détails sur la méthode de réalisation du test de DEMIT se retrouvent à l'annexe A, tandis que ceux sur les résultats du même test se retrouvent à l'annexe B.

Dans le premier article (Chapitre II), sont présentées les caractéristiques des projets éoliens, leur contribution pour contrer les changements climatiques, ainsi que les préoccupations environnementales, socioculturelles et économiques exprimées par différents acteurs sur les conséquences de ces projets au Québec. Le cadre théorique de la recherche est basé sur deux méthodes et met en évidence les possibilités et limites pour favoriser la transparence et l'implication dans la prise de décision et le développement durable des projets de parcs éoliens. Le résultat de cette première étape est l'approche DEMIT qui intègre le cadre théorique répondant à la transparence, à l'implication et au développement durable des projets de parcs éoliens.

Le deuxième article (Chapitre III) porte sur l'application de l'approche DEMIT à un projet réel, celui de Baie-des-Sables, chacune des étapes de réalisation et les résultats sont illustrés.

Le troisième article (Chapitre IV) étudie la robustesse des résultats afin de répondre à certaines questions au sujet des projets éoliens. Différents classements des scénarios sont

analysés, pour arriver finalement à dégager des règles objectives d'ordonnement des scénarios selon le postulat assumé.

Dans le quatrième article (Chapitre V), les forces-faiblesses et les opportunités contraintes de l'approche DEMIT comme support de la participation sont mises en évidence grâce à une grille d'analyse. Celle-ci fait l'évaluation des quatre modules de DEMIT selon leur capacité à recréer les quatre espaces requis à une prise de décision participative. Une table synthèse de l'analyse FFOC de la construction des espaces physique, intellectuel, émotionnel et procédural nécessaires à une décision transparente et participative est présentée ainsi que des graphiques radars pour illustrer visuellement les résultats.

Dans le dernier chapitre (VI) nous présentons les conclusions générales tout en identifiant les contributions, les limites et les applications futures de cette recherche.

Plusieurs éléments utilisés dans cette recherche qui n'ont pas été inclus dans les publications à cause des restrictions d'espace, sont présentés dans les annexes : précisions méthodologiques de l'étude de cas, résultats complémentaires de l'étude de cas, construction des critères, cartes thématiques, calculs sur Excel pour construire les échelles de mesure des indicateurs, feuilles de l'analyse FFOC et liste détaillée des forces-faiblesses et des opportunités-contraintes identifiées lors de l'analyse FFOC.

CHAPITRE II

COUPLING MCDA AND GIS IN A DECISION MAKING PROCESS FOR WIND FARM PROJECTS ANALYSIS –TIMED APPROACH

Maria de L Vazquez⁴, Jean-Philippe Waaub⁵, Adrian Ilinca⁶

Published in *International Journal of Geomatics and Spatial Analysis*

VOL 23/1 - 2013 - pp.95-123 - doi:10.3166/rig.23.95-123

Résumé

Le développement à grande échelle de l'énergie éolienne (projets de plus de 25 MW) est une alternative énergétique permettant la réduction des gaz à effet de serre et permet la diversification des sources d'énergie. Cependant, au Québec, Canada, cette filière énergétique, en croissance rapide, a soulevé des préoccupations dans la population. Parmi celles-ci on trouve la protection du paysage comme ressource du tourisme-nature. De plus, la population hôte demande plus de transparence et implication lors de la prise de décision au sujet des projets éoliens. Deux méthodes sont essentielles pour répondre à ces deux demandes : l'Aide à la décision multicritère (ADMC) et les Systèmes d'information géographiques (SIG) participatifs. Le couplage ADMC-SIG a déjà été utilisé dans différents domaines incluant le secteur éolien. Nous présentons ici une approche utilisant ces deux

⁴ M. de L. Vazquez (✉)

Ph.D student in environmental sciences at the Université du Québec à Rimouski. Wind Energy Research Laboratory.
300, allée des Ursulines, Rimouski, G5L 3A1, Qc, Canada
email: vazquez_rascon.maria_de_lourdes@courrier.uqam.ca

⁵ Ph.D., Professor, Geography Department, Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions. Université du Québec à Montréal (UQAM) Case postale 8888, succursale Centre-ville, Montréal, H3C 3P8, Qc, Canada
email: waaub.jean-philippe@uqam.ca

⁶ Ph.D. Professor, Mathematics, Computer Science and Engineering Department. Wind Energy Research Laboratory. Université du Québec à Rimouski (UQAR) 300, allée des Ursulines, Rimouski, G5L 3A1, Qc, Canada
email: adrian_ilinca@UQAR.QC.CA

méthodes et qui peut être utilisée pour analyser différents scénarios d'un projet éolien à grande échelle, tout en prenant en considération les préoccupations de tous les acteurs impliqués. Cette approche a comme but d'arriver au meilleur scénario de parc éolien sur la base d'une prise de décision transparente et participative.

Abstract

The large-scale (more than 25 MW) development of wind energy seems to be a very promising option given climate change and the need to diversify sources of energy. However, in Quebec, Canada, this fast growing field is raising the concern and apprehension of the population for various reasons, the first one being the protection of Quebec's rural landscape, an important tourism resource. Transparency and participation in the decision-making process are the two major requests of local stakeholders regarding the installation of wind farms. Hence, two methods are essential to address these demands: MultiCriteria Decision Analysis (MCDA) and Geographic Information Systems (GIS). Several scholars working in different fields, including the wind sector, have used the MCDA-GIS coupling. Therefore, we developed an approach that use both methods specifically in the context of large-scale wind energy projects. We emphasize how such a approach can be used in the analysis of different scenarios and consider the opinions and attitudes of all stakeholders in order to choose the "best" one based on a participative, transparent decision making process.

2.1 Introduction

Today, mankind is facing numerous challenges to ensure its sustained development. A large number of scientific studies, among which those conducted by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), believe that climate change has become a very serious threat for the human race. In *Climate Change 2007: Synthesis Report* (IPCC, 2007a), the IPCC considers the natural and anthropogenic causes of the evolution of climate and addresses scientific, technical and socio-economical aspects of the adaptation to and mitigation of climatic change. In *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change* (IPCC, 2007b), for the energy sector, among other steps, the IPCC suggests: "a shift to renewable energy sources and a reduction of the dependence on a single energy source". The IPCC forecasts that by 2030, electricity from renewable sources could represent 30-35% of total electricity production. One scenario predicts that in 2100 renewable energies will account for 40% of the total electrical production (Lafrance, 2007). Coal and natural gas account for 60% of the total electrical generation capacity OECD member countries (Organization for Economic Co-operation and Development). According to the 2006-2030 scenario of the US Energy Information Administration (EIA), this percentage will be maintained and this energy sector will account for 64% of total worldwide production in

2030 (EIA, 2009). Traditional sources of energy will continue to supply a significant part of global energy demand. In general, during this period, most electrical energy produced from renewable energy sources will come from hydro-electricity (54%) and wind power (33%) (EIA, 2009). Several countries have made important efforts to set up wind energy in regions where the exploitation of this renewable source is favourable and have seen an exponential growth of this field (Bouchard, 2007). In fact, the wind energy sector experienced a 29% growth in 2008 and represented more than 1.5% of worldwide electrical energy consumption in that year, with an annual production of 260 TWh (WWEA, 2009).

In 2008, wind farms in Canada provided 1.1% of the country's total electrical demand. In January 2012, the wind power installed was 5,265 MW for approximately 2% of total electricity demanded. As for September 2012, Canada's wind farm capacity is 5,511 MW of which 1,057 MW are in Quebec, where the exploitable wind potential is estimated at 3,984,000 MW. However, when technical limitations are taken into consideration, the province's national grid can currently accommodate only 4,000 MW (Hélimax Énergie Inc. and AWS Truewind LLC 2005). The *Ministère des Ressources naturelles et de la faune* of Québec has set the objective of increasing to 4,000 MW the energy generated by wind in Quebec in 2015 (MNRF, 2010). This already represents a large-scale development in this field.

The development of wind farms has been made through calls for tenders with the private sector. The implementation of these farms and projects has raised concern among local populations. In this context, the transparency of the decision-making process becomes a priority for the stakeholders involved in the wind power section in Quebec; moreover, because this sector will continue to develop and improve (Jegen, 2008). The impact of wind turbines on landscapes is one of the main factors hindering the social acceptability of wind energy projects (Wolsing, 2005). This is why participation in some decisions, such as the selection of wind-farm sites, becomes the key to the projects' acceptance by local stakeholders (Wüstenhagen, Wolsing and Bürer, 2006). Social acceptability, which seems to be the most important obstacle to the construction of wind farms, could even become a factor reducing the growth of renewable energies as forecasted by governmental programs. Furthermore, the social acceptability of wind farms in Quebec depends on numerous aspects,

including the general perception of wind energy and of Quebec's energy policies in particular, as well as their impact on a given region's economic activity and the project's social outcomes and consequences (Jegen, 2008). Given that transparency and local populations' participation in the selection of the project sites are essential conditions for the development of this sector, we propose a negotiation approach based on the coupling of MultiCriteria Decision Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS), named TIMED (Territorial Intelligence Modeling for Energy Development). MCDA establishes a procedure enabling the participation of various stakeholders involved in the project's negotiations, whereas GIS allows the modeling of wind farm implementation scenarios.

2.2 Theoretical framework

Territorial management is a complex task, be it in the fields of water resources, forests, mining or energy (Moine, 2007; Roggero, 2006; Laaribi, Chevallier and Martel, 1997). The natural resources sector competes with other sectors for territorial development. In this context, conflicts arise between different stakeholders. Therefore, it becomes necessary to gear efforts to build a shared vision of territorial development as well as communication and community participation strategies (Armitage, 2005). In the energy field, the wind energy sector has experienced exponential growth and along the way, several conflicts have arisen. Just like any project, the implementation of a wind farm project depends on territorial management of the location where wind potential exists. The already complex nature of wind energy projects becomes more significant due to the complex nature of the territory and it becomes imperative to use tools to help in decision making and facilitate the process. The development of these tools makes use of several interacting and interconnected concepts that are part of the theoretical framework used to build our approach.

2.2.1 Concept definition (visual information, model, scientific knowledge/local knowledge, wind energy project, MCDA, scenarios, GIS, stakeholders)

Visual information. The human brain treats visual information via vision. The latter is considered as a data analysis system that facilitates the interaction with the surrounding world (Milner and Goodale, 1998; Diamant, 2008). Visual cognition allows the identification and perception of objects and their spatial relations (Pinker, 1985). In fact, visual images encourage the conceptualization, understanding and appreciation of concepts, thus promoting

communication (Yuwei Jiang, 2008) and, in general, any communication of results (Hodgkin, 2005; Manco, 2004). The visualization of information allows a rapid transfer of data and eases its analysis, thus, facilitating decision making. However, this information treatment needs to be structured and must objectively represent the decision's environment and the decision-makers. More importantly, the rejection or acceptance of this visual information will greatly affect the decision making (Meyer, 1977).

Model. The model is a simplified representation of a part of the reality, as perceived by the people who conceive it; they only include in it parameters that are relevant to them (Dina, 2009). It is, thus, based on the vision that its creators want to represent important ideas. The model's objective is to answer specific questions. The answer given by the model enables us to understand, modify, manage and master this represented reality (Pidd, 1999). It is important that this representation of reality be demarcated, in a manner as to provide necessary information without being exhaustive (Ascough Li, 2008). Models have different uses: they can be used as a cognitive tool to formalize knowledge and enabling their acquisition. They can also be used as a support tool for negotiations and decision-making, as a means for understanding reality and supporting action by providing predictions according to the selected scenarios (Schmidt-Laine, 2002). In this case, the model will allow its users to explore possible outcomes by taking into consideration technological, ecological, economical and social aspects.

Scientific knowledge – local knowledge. In a multi-stakeholder decision-making process, the integration of several levels of knowledge becomes a necessity (Failing, 2007; Kain, 2008). In Europe as well as in North America, the integration of science and local know-how during decision making becomes an unavoidable task (Failing, 2007). This local know-how includes all knowledge that does not come from conventional scientific expertise and could provide particular nuances in a decision making process, for example specific expertise that is related to the local conditions and context. These local knowledge could identify indirect impacts that the proposed actions might have on biological resources (Failing, 2007). Moreover, new knowledge could emerge: one, which is an outcome of the coupling of empirical, expert and theoretical knowledge in order to respond to a particular need (Kain, 2008).

Wind energy project. The wind energy project is based on technical, financial, environmental and social aspects. Technical aspects include the identification of regions that are favourable for the project's implementation, the activities to be carried out during the construction process, the capacity of the electrical network, the connection to the latter, storage, variations in the wind's direction and strength, among others. Financial aspects pertain to the economic viability of the project. Environmental aspects include impacts on fauna and flora and all other factors that may affect the environmental services available to the area. Social aspects include the use of public and private land, heritage elements, communication systems and the landscape.

Multicriteria decision analysis (MCDA). This is a procedure that helps resolve a complex decision problem. The main stages of this procedure are: recognition of the stakeholders, definition and development of scenarios, definition of criteria and their relative importance, preparation of evaluation matrices, application of a comparison procedure, establishment of the final ranking and robustness and sensitivity analysis (André, Delisle and Revéret, 2003; Roy and Bouyssou, 1993). The MCDA improves decision making and eases negotiations by incorporating non-economical objectives and focusing on well defined and well-targeted objectives (Corsair et al., 2009). When used in a participatory manner that involves all of the stakeholders in the decision making process, it fosters a learning process based on local know-how and systematic knowledge as a means to reach sustainable solutions to the analyzed problem (van Buuren and Hendriksen, 2010). This is therefore an MCDA process in a multi-stakeholder and multi-decision maker context. However, MCDA can also be used in a context in which there is a single decision-maker. The single decision-maker multi-criteria process is mainly used in the quantification and evaluation of available resources and the monitoring of biodiversity. These criteria are analyzed using a visual technique that is applied to improve knowledge of the territory. As for the multi-decision maker approach, it is applied to territorial management and in any situation involving resource-use conflicts, and this, in a participatory and collaborative perspective. In other words, whereas the single decision-maker approach tends to be hierarchically vertical and techno-scientific, the multiple decision-maker approach integrates different knowledge systems (scientific knowledge and knowledge of local stakeholders).

Scenario. In our research framework, a scenario describes the future predicted configuration of a wind farm. This is made up of a number of wind turbines, a spatial distribution, equidistance between the wind turbines, the taking into consideration of the ridge lines (Ministry of Natural Resources and Wildlife of Quebec, 1st Quarter, 2005) as well as other relevant technological information. The perception level of a wind farm can also be a component of a scenario. This scenario may be structured from human aspects like the separation distance between turbines and homes.

GIS (Geographic Information Systems). These include two aspects (Malczewski, 1999): technology and decision making. The first aspect is comprised of the design of a spatial referenced database by the means of software which enables data recording, updating, querying, visualization and analysis. The second aspect of the GIS refers to the selection of solutions to a territorial management problem. These solutions must integrate the stakeholders' preferences and to make a choice in a context of conflicting objectives and criteria (Laaribi, 2000). Due to transformation in the use of GIS where we had to take into consideration different users (stakeholders) with different needs and, at the same time, with common characteristics, new techniques had been developed (Longley, 2006) and GIS may be a complementary decision method articulated with MCDA.

Stakeholder. The stakeholder is a concept linked to an action and more specifically to a collective action. The stakeholder's aim is to act during the decision-making process. An individual or a group of individuals can represent a stakeholder. In public policy, there are two categories of stakeholders: institutional (those that are part of the political-administrative system) and social (those that belong to the socio-economic and socio-cultural sectors). The stakeholders create the exchange of legal, human, infrastructural, cognitive, monetary, interactive, political and temporal exchanges between the systems they represent (political-administrative, socio-cultural and socio-economic), even though these resources are unevenly distributed between the stakeholders. During this exchange of resources, the stakeholders get involved, are integrated or fragmented (Larrue, 2000).

2.2.2 Participatory GIS is a source of transparency during scenario modeling

In territorial management, decision makers make choices involving spatial decisions. Nowadays, there is a trend to democratize these decision-making processes in order to integrate the people who will be subjected to the decisions' consequences. Public participation becomes necessary to comply with this trend. When it comes to spatial analysis, participatory GIS allow for exchanges between the public, experts and planners (Boroushaki and Malczewski, 2010; Hermans *et al.*, 2006; Hove, 2004; Van den Hove, 2006; Voss *et al.*, 2004; Williams and Dunn, 2003) as well as the representation of local know-how and increased public participation (Cinderbye, Snell and Forrester, 2008; Gonzalez, 2002; Higgs *et al.*, 2008; McCall, 2003; Stauffacher, 2008; Minang and McCall, 2006). Moreover, participatory GIS show the relations between the technology and the social and political aspects (Elwood, 2006; Rouse, Bergeron and Harris, 2007). Furthermore, public participation in the in the early stages of the decision-making process help in identifying potential environmental impacts, defining mitigation measures and encouraging the acceptance of the decisions taken by the decision-makers. This improves the quality of the decision making process. In short, legitimate public participation refines democracy and strengthens citizenship (Higgs *et al.*, 2008) and it is more and more integrated into community legal instruments (Van den Hove, 2006). Finally, public participation coupled with GIS fosters the sustainable use of the territory's natural resources (Jankowski, 2009). In this way, participatory GIS become an approach to shed light on issues that can make the difference between the acceptance and rejection of a decision. This public participation can ensure a transparent decision-making process.

2.2.3 MCDA-GIS coupling as a source of negotiation: limitations and possibilities

GIS exist since 1960 (Gregory and Ell, 2008). Since then, they have evolved and grown in importance (Chakhar, 2006). As information technology and the concept of sustainable development evolved, the GIS became a prime method for territorial management (Dao, 2005; Malczewski, 2004) as well as for the planning and integration of renewable energies (Dominguez and Amador, 2007). They rely on spatially referenced numerical databases with storage, recording, updating, querying and presentation features (Malczewski, 1999; Nobre, 2009; Chakhar and Martel, 2003; Longley, Goodchild, Maguire and Rhind,

2011). These databases make the exchange and analysis of information easier (Joliveau 2006). GIS improve the selection of solutions to territorial management problems (Malczewski, 1999). Territory's biophysical characteristics must be factored with the socio-economic and cultural traits of the communities living in this territory (Lovett and Appleton, 2008). This is why territorial management decisions are very complex (Laaribi, Chevalier and Martel, 1996). However, current GIS do not provide an efficient data analysis when there are multiple and contradictory criteria. To promote analysis, the GIS therefore needs to rely on a mechanism that integrates stakeholders' preferences and proposes choices in the context of an evaluation of conflicting criteria (Chakar and Martel, 2004); GIS software has begun offering such mechanisms, resolving this situation. Indeed, GIS-related information technologies have been developed to better respond to changes in environmental management and GIS are considered strategic for environmental applications and territorial planning (Joliveau, 2006; Lovett and Appleton, 2008). We need to emphasize that researchers use different approaches to coupling MCDA and GIS procedures; for example, IDRISI-GIS and ESRI Arc GIS, which may use the Analytical Hierarchy Process, the Boolean Overlay or the Weighted Summation procedure to do this (Lidouh, 2011). Research and development in this area will continue.

As for MCDA, it is a method based on mathematical tools and certain methods for comparing alternatives in order to help the decision-making process (Chakhar and Mousseau, 2008a). MCDA was developed mainly after the Second World War. It shifted from cost-benefit analyses to a multi-objective mathematical programming method and, after, to multi-criteria analysis (Laaribi, 2000). Local stakeholders participate in the resolution of problems related to environmental management and territorial planning. For example, this local participation can take the form of a refusal or acceptance of the project, comprising a subjective component based on the culture, traditional know-how and specific history of the local stakeholders. Moreover, MCDA is a useful method to improve decision-making on a complex social problem (Turcanu, Carlé and Hardeman, 2008). MCDA evaluates both objective and subjective features by using several criteria. These criteria require the knowledge of the stakeholders' preferences (Joliveau, 2006). This way, MCDA integrates "subjective" preferences, allows the construction of a global preference model and helps

identify areas of convergence between different points of view. With the MCDA approach, it is possible to include or exclude a multi-stakeholder approach; however, an ultimate objective is to help the decision-makers make their decision (Risse, 2004). In order to achieve this, a multi-criteria evaluation needs to be set up. This evaluation is based on the use of importance coefficients and weighting for each criterion, which lead to the construction of preferences (Roy and Mousseau, 1996; Marinoni, 2006). The types of problems tackled by the MCDA can be of discrete (Multiattribute Decision Analysis: MADA) or continuous nature (Multiobjective Decision Analysis : MODA). Discrete problems could have to do with territorial management. A continuous problem could be the determination of the depth of an oil deposit. In both MADA and MODA problems, algorithms can be developed for the selection of the best alternatives (Behzadian *et al.*, 2009). The most popular algorithms for discrete problems are: weighted summation/Boolean overlay, ideal/reference point, Analytical Hierarchy Process (AHP), and the Outranking methods (like ELECTRE - Elimination Et Choix Traduisant la REalité- and PROMETHEE -Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation-).

Moreover, MCDA also involves an individual or a collective decision-making process. Individual decision-making is represented by unique preferences or preferences with which all of the stakeholders agree. This approach is considered to be that of a single decision-maker since all of the stakeholders who choose the criteria and weigh them have the same preference structure irrespective of their number. Collective decision-making happens when the different stakeholders have diverging preferences; however, all of these preferences are taken into account during the decision-making process. We have a multiple decision-maker process when the persons who have the decision-making authority choose and weigh the different criteria using different preference structures (Malczewski, 2006a). Hence, the MCDA-GIS approach is used both for single and multiple decision-maker contexts. As for the preferences, they are used to rank the different options and they can lead to conflicts of interest during decision-making. The decision-making process includes different stages, such as the formulation of the problem or the search for solutions and consensus between the stakeholders. A stakeholder can be an individual or a group who negotiates projects and identities with other stakeholders. This negotiation is shaped by the influence and power of

each stakeholder. This is the reason why we consider that each given stakeholder can win or lose in these negotiations (Bassand, 2007). The final decision evolves during the different stages of negotiation. Different stakeholders can participate at different stages; however, not all stakeholders become decision-makers.

The MCDA-GIS coupling is formally applied since 1991 to facilitate decision-making, the year in which one of the first scientific articles pertaining to complex spatial problems was published (Carver, 1991). Since then, numerous researchers have used this coupling model. GIS enable the construction of a powerful database whereas MCDA is used to transpose, by applying algorithms, social needs in a technical framework for their analysis. The variables to be analyzed serve to express conflicting relations between the biophysical environment and the socio-economic context. With this coupling, it is possible to integrate GIS capabilities and MCDA techniques (Malczewski, 1999; Laaribi, Chevallier and Martel, 1996; Chakhar and Mousseau, 2008b). The spatial, technical and environmental criteria identified by MCDA are stored in the GIS (Joliveau, 2006). The latter makes possible the description of the territory and the carrying out of analyses whereas MCDA describes, evaluates and ranks the different alternatives (Gomez and Bosque, 2004). This MCDA-GIS coupling can therefore anticipate the effects of the stakeholders' preferences on territorial interventions (Previl, Thériault and Rouffignat, 2003). Indeed, the MCDA-GIS strategy allows for an analysis that includes several stakeholders and conflicting preferences (Bailey and al, 2003). Logically, non spatial criteria cannot be part of a GIS analysis but can be analysed in the MCDA procedure.

Between 1991 and 2009, the MCDA-GIS coupling was used in fields such as water management, territorial management, natural risks, identification of potential environmental conflicts, forest conservation, urban planning, heritage sites, road infrastructures, waste management, renewable energy resources, electricity sector, among others. A range of multi-criteria algorithms already exist within MCDA and the spatial analysis functions of GIS are well known by researchers. Particularly, the participatory and collaborative multi-decision makers MCDA-GIS approach has become an unavoidable method for territory management projects as the participation of local stakeholders is considered to be fundamental for the success of such projects (Sébastien, 2006). It is necessary to emphasize that the Public

Participation GIS (PPGIS) refers to the inclusion of citizens' knowledge, as well as public knowledge, to take part in obtaining the results of the application of GIS. Through this participation it will be obtained a local mapping to be used for different purposes (i.e. policy development, knowledge production, etc.) (Brown, 2011; Ghose, 2004; Joliveau, 2006; Sieber, 2006). Collaborative GIS refers to a group organizational techniques to assist in working together (i.e. electronic voting, scenario design) (Joliveau, 2006).

Among the limitations to the use of MCDA-GIS coupling, we note its technological requirements. The use of software or participatory websites requires knowledge that stakeholders may lack in many cultural and educational contexts. This may be the case when there is a generation gap (teens that are well versed with the internet and virtual social networks as opposed to the elderly) or a lack of access to information technology (internet, computers, and software). A final type of limitation concerns the political context in which the study takes place. Indeed, the first published studies all used a single decision-maker approach, which was the norm in certain countries where, prior to 1990, social participation was not yet a common practice. However, nowadays, some countries have yet to include the participatory aspects in the decision-making process. To apply a participatory and collaborative MCDA-GIS approach, the political context must be conducive to it. This is why it is important that countries that already encourage social participation support the application of this MCDA-GIS approach. This way, it will be possible to gather knowledge on decision-making process pertaining to territorial management.

Current opportunities to use the MCDA-GIS coupling focus on the preparation of participatory databases and the design of collaborative work tools. The creation of participatory websites has become a reality and information technology based tools to support groups in their work should play an increasingly important role. These features pave the way to new ways of applying the MCDA-GIS coupling and extend its fields of application. Currently, in order to improve the results of MCDA-GIS couplings, a participatory and collaborative approach needs to be extended to all GIS construction stages - from the production of data to the communication of results -, and the stakeholders must participate in all stages. Otherwise, the multi-criteria procedure remains technocratic (Joliveau, 2006). In particular, the development of participatory databases is used to improve

the transparency of the analysis results, even though the creation of such databases is a long and expensive task.

This approach offers other opportunities, including improving the analytic capacities of GIS; developing the integration of MCDA-GIS software for spatial solutions analysis; technological development of spatial analysis and geographic information; developing the design or operational validation of MCDA and/or GIS use; developing or improving a theory of spatially referenced data; developing multi-criteria aggregation methods; developing spatial analysis functions, integrating analytical functionalities within the GIS; developing group dynamics organizational techniques; developing collaborative work support techniques for the treatment of spatially referenced problems (for example, questionnaires or electronic voting, which offer different (space/time) options to consultation table participants); developing or improving spatial analysis theory, developing and/or improving estimate and decision control techniques added to the GIS as these techniques enable an evaluation and comparison of GIS-identified sites; enhancing the knowledge of phenomena and procedures that have an impact on a given territory; using multimedia maps to improve communication power when presenting analysis results and seeking a consensus solution; acceptance by planners to work in a collaborative manner with all stakeholders; facilitating access to information for all stakeholders in a given project and genuine public participation in the decision-making process and not only reply to questionnaires designed by decision-makers to implement their own models (Joliveau, 2006).

In short, the multiple decision-maker MCDA-GIS coupling demonstrates once more the strength of GIS in: data management, visual representation, the use of maps to present results, the improvement of territorial knowledge, the development of websites as a means of enabling participatory work, the development of spatial analysis tools and the easy access to information. There are today numerous pre-established and sometimes free databases that can be used to create new databases in order to address other problems. Since in a given territory, a management project can work properly only if the territory's stakeholders take possession of it (Sébastien, 2006), the MCDA-GIS multi-decision maker, participatory and collaborative approach becomes an essential tool to enable a community to do this.

2.2.4 The MCDA-GIS coupling as a sustainable development approach

Ensuring a sustainable energy future has become a challenge of modern society. We need to find solutions to the environmental problems of energy resource development (IPCC Working Group III, 2007) such as climate change, oil spills and nuclear accidents. Since 1987, sustainable development has been the focus of international conferences, summits, conventions and, more specifically, it was the topic of the 2010 Summit on the Millennium Development Goals in New York and of the Rio + 20 (United Nations Conference on Sustainable Development) in Brazil on June 2012. Many countries have enacted sustainable development legislation. For example, in Canada, Quebec adopted in 2006 the *Loi sur le développement durable* (Sustainable Development Act) to establish a common management framework which has been defined as a government responsibility. Chapter II, division I, article 6 of this law includes 16 sustainable development principles (Government of Quebec, 2006). These principles refer to:

- a) Health and quality of life
- b) Social equity and solidarity
- c) Environmental protection
- d) Economic efficiency
- e) Participation and commitment
- f) Access to knowledge
- g) Subsidiarity
- h) Inter-governmental partnerships and cooperation
- i) Prevention
- j) Precaution
- k) Protection of cultural heritage

- l) Biodiversity preservation
- m) Respect for ecosystem support capacity
- n) Responsible production and consumption
- o) Polluter pays
- p) Internalisation of costs

These 16 principles pertain to social, environmental and economical issues. Social issues are health, quality of life, equity, solidarity, participation, engagement, access to information and knowledge, cultural heritage and responsible consumption. Economic issues are economic efficiency, subsidiarity, the polluter pays principle, and cost internalisation. Environmental issues are environmental protection, prevention, precaution, biodiversity, and support capacity of ecosystems. These principles interact with each other: biodiversity preservation as well as the compliance with the ecosystems' support capacity are related to environmental protection while responsible production and consumption are related to economic efficiency and public participation and engagement.

MCDA seems to create opportunities for the sustainable management of energy resources since it helps to co-build the preferences system of the stakeholders actively involved with the decision-maker when the consequences of the proposed actions are examined. Moreover, MCDA is a method to “go more in depth, explore, interpret, debate and even argue” (Roy, 2009), without forgetting that decision-aiding promotes the development of an experiential and collective learning process (Roche and Waaub, 2006).

The 16 above-mentioned principles could be the subject of the co-development of these preferences and at the same time foster discussions, debates and the search for consensus that could lead to the sustainable development of a given territory's energy resources. “Participation and engagement” is an example of the agreement between MCDA and the Quebec Act's 16 principles of sustainable development. This principle states that “the participation and engagement of citizens and groups that represent them are necessary to define a shared vision of development and ensure its environmental, social and economical

sustainability”. This participation and engagement are ensured during the co-development of the preference systems of the stakeholders involved in the MCDA process.

2.3 The MCDA-GIS multi-stakeholder coupling as a source of transparency, consensus and possibilities of sustainable development

In section 2.2.2, we have seen that the participation of all of the stakeholders in the decision-making process guarantees transparency. Section 2.2.3 demonstrates the relevance of the MCDA-GIS coupling for holding negotiations to seek feasible consensus between stakeholders, based on their different preference systems. Section 2.2.4 showed that the application of the MCDA process helps comply with the 16 principles of Quebec’s sustainable development policy.

This section (2.3) emphasises that several authors have been applying the MCDA-GIS approach in fields like: energy, radioactive waste, natural hazards, municipal incineration, watershed management, territory use, vegetation management, natural resource management, bike path construction, alluvial plain management and others. In particular, among the numerous works using this approach to analyse problems, we find: Carver, 1991; Martin, St-Onge and Waaub, 1999; Joerin and Musy, 2000; Chen, Blong and Jacobson, 2001; Merwe and Lohrentz, 2001; Feick and Brent Hall, 2002; Bussink, 2003; Previl, Thériault and Rouffignat, 2003; Strager and Rosenberger, 2005; Malczewski, 1999; Malczewski, 2006(b); Shutidamrong and Lovett, 2008; Simão *et al.*, 2008, and Chang *et al.*, 2009. Just like other authors before and after, these authors help us identify the factors that lead to transparent and collective decision-making, offered by the multi-stakeholder and multi-decision-making MCDA-GIS approach, reaching sustainable development solutions. Among these numerous works, Banville *et al.*, 1998; Laaribi, 2000; and Joliveau, 2006 focus on MCDA-GIS coupling factors that all revolve around the following four lines:

- ✓ MCDA-GIS integration;
- ✓ Support of geographic information processing;
- ✓ An analysis support system focused on decision-making; and
- ✓ Decision validation.

MCDA-GIS integration aims at identifying the links that exist between the GIS and the MCDA software used by the researchers. Support of geographic information processing allows us to identify database use and map creation factors. The analysis support system focused on decision-making aims at identifying the tools that the participants used for decision making. Decision validation aims at identifying whether the decision makers used a second analysis to verify if the robustness of the first choice is an optimal solution.

Through these four lines, it is possible to examine different aspects of the approach such as database storage capacity, the participatory construction of the database; the existence of pre-established, user-friendly or free data; visual aids such as map creation, or virtual 3D simulations; use of electronic tools to help in collaborative work; the multi-criteria methods used; model selection or in-depth data exploration tools and techniques, such as sensitivity analysis; the use of organizational and group dynamics techniques; the creation of knowledge about procedures that have an impact on territory development; the use of maps as a communications tool; the acceptance of collaborative work by all of the involved stakeholders; the measuring of the stakeholders' influence on the final decision-making process or the participation of multi-disciplinary experts.

In addition to Joliveau, 2006, Malczewski, 2006(a) identifies the MCDA and GIS components used by researchers. The GIS components consist of the types of spatial representation (matrix model, raster, or vector model), the types of spatial criteria (explicit and implicit), and the spatial alternatives. The MCDA components refer to the types of decision criteria and algorithms used when applying the MCDA-GIS approach. The MCDA criteria can be analysed using MADA (multiattribute decision analysis) or MODA (multiobjective decision analysis). As for the uncertainties, they have an impact on decision quality (Ascough II et al., 2008). Uncertainties are unavoidable in reality and are related to the updating of data, the nature of the data objects, distinctions between represented objects or the context in which they are produced, among others. By mastering these uncertainties, higher quality data are obtained and this is reflected in the analysis results. In other words, using all these elements included in the MCDA-GIS multi-criteria and multi-stakeholder coupling fosters transparency in the decision-making process, helps find consensus between

stakeholders and enables the MCDA-GIS coupling to become an approach to achieve sustainable development.

2.4 The TIMED approach as a negotiation facilitation instrument

2.4.1 Presentation of the TIMED approach as a negotiation facilitator

As indicated in the introduction, we developed the TIMED approach to promote the transparency of the decision-making process as well as the involvement of the local population in the selection of a wind farm site. Since it is a instrument to find consensus between different interests, this approach must also describe the negotiation procedure to be followed, while ensuring that the different stakeholders' knowledge is integrated in the process and that the periods of participation and involvement are included. To guide such a negotiation, MCDA is noted as a great method. Moreover, the GIS are necessary in this approach as, in order to develop the territory, we need to make decisions. This is why the MCDA-GIS coupling seems to be the best decision-making aid available for the selection of a wind farm site.

TIMED approach consists of the four following modules: MCDA, participatory and collaborative GIS, active involvement of the stakeholders and scientific knowledge/local knowledge. The four modules are represented in a figure containing three circles (see Figure 2.1). The outer circle illustrates the MCDA and GIS procedures. The inner and middle circles show the stakeholders' involvement. Taken together, the three circles present the knowledge of all of the stakeholders. We have chosen to use a circle to illustrate the MCDA-GIS process as a negotiation facilitator, and to show the continuous and unrestrained feedback during the stakeholders' participation and involvement. These stakeholders are placed at the heart of the process to emphasize their dominant role. The functions carried out exclusively by experts, such as the choice of the evaluation method and the choice of the evaluation scale, are represented in a rectangle. Moreover, other functions can be carried out exclusively by experts, such as criteria selection and identification of indicators, as long as all the stakeholders consent to this. The arrows tied to a circle indicate the participation of all of the stakeholders in a given activity such as the construction of a participatory database in the

GIS. Arrows crossing circles indicate an activity to be carried out by a specific stakeholder such as an expert.

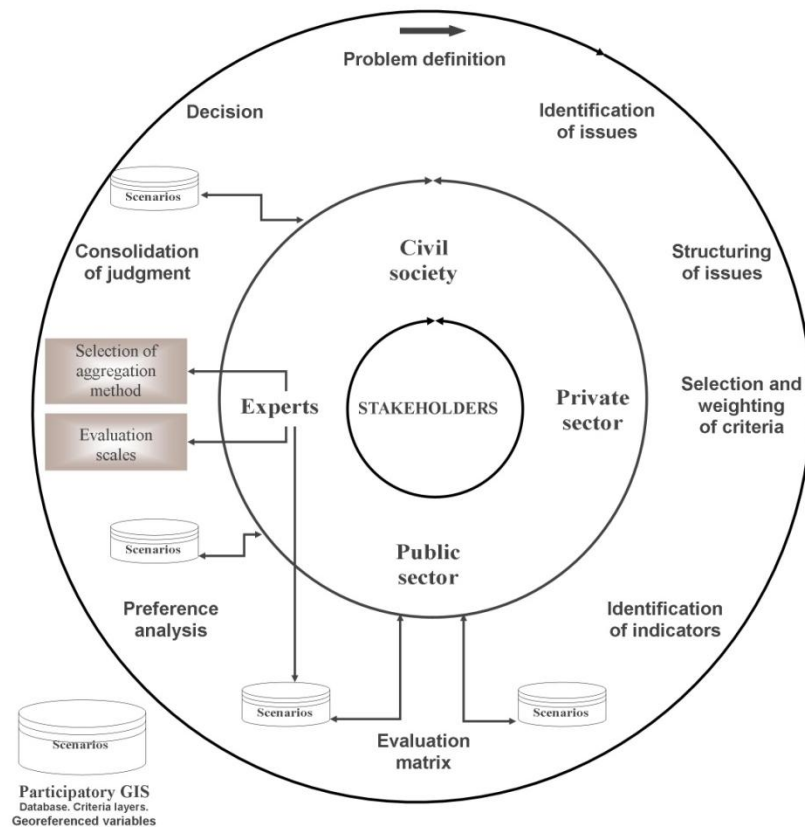


Figure 2.1 TIMED approach as a negotiation facilitator

2.4.2 MCDA module

All of the stages in the MCDA (see figure 2.2) are indicated in the approach's outer circle: problem definition, identification of issues, selection and weighting of criteria, identification of indicators, evaluation matrices, preference analysis, decision consolidation and decision.

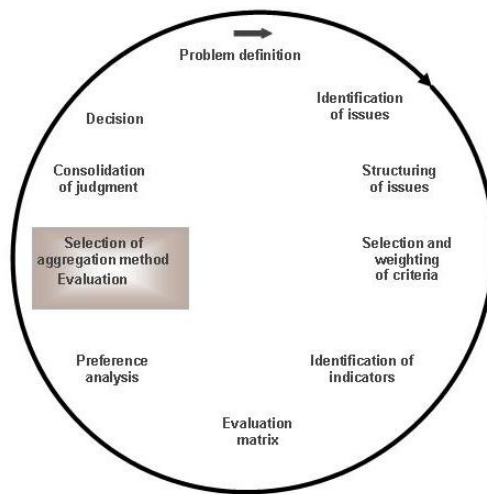


Figure 2.2 MCDA Module

With these stages (see table 2.1), the MCDA will offer answers to the involved stakeholders' questions in a real-world decision making process (Roy, 2005). These questions are about the effects of the different options presented. The representation of preferences in the real world is undoubtedly one of the fundamental problems of MCDA (Figueira, Grego and Ehrgott, 2005). This representation is made through the first six stages of the MCDA presented in the TIMED approach, i.e. problem definition, issues identification and structuring, selection and weighing of criteria, identification of indicators as well as evaluation matrices.

Table 2.1 Purpose of every MCDA stage

MCDA STAGES	PURPOSE
Problem definition	Understanding the question to solve
Identification of issues	Including environmental, economic, and social aspects
Selection of criteria	Structuring and modeling the problem
Weighting of criteria	Identifying preferences
Identification of indicators	Helping to evaluate criteria
Evaluation matrices	Summarizing the problem
Preference analysis	Ranking the preference of scenarios ranked
Decision consolidation	Understanding the reasons behind the agreements and disagreements between the stakeholders
Decision	Applying the global vision built to go beyond the ranking

Another objective of these first stages is to enable stakeholders to identify their own preferences and concerns in a collaborative manner and to structure them in a coherent family of criteria. Logically, this multi-stakeholder approach entails a multi-criteria context in order to assess the environmental, economic and social issues. For example, environmental issues could be represented, among others, by a pressure on the natural environment criteria; the pay off of the project could be an economic issue; and social issues could be represented by a quality-of-life criterion. The criteria serve to structure and model the problem. They need to be exhaustive, coherent and non redundant. The maximum number of criteria to analyze a complex problem, as in our case, is around 12 (Roy and Bouyssou, 1993). Once the criteria are established, they are evaluated according to their qualitative and quantitative nature with the help of indicators. For example, a “direct loss of habitats on the sites where equipment is installed” indicator could be designed to measure a “pressure on the natural habitat” criterion. A “revenue from the sale of produced energy” indicator could measure a “project profitability” criterion. A “landscape modification” indicator could be created to measure a “quality of life” criterion. It should be noted that the ranking of the scenarios is based on the selection of criteria and indicators that take into account the knowledge and values of all of the stakeholders. The process of defining these indicators and criteria can help resolve conflicts. Moreover, decision-making support tools imply “the integration of values and preferences of one or several stakeholders in the decision-making process” (Roy and Bouyssou, 1993); the preference system of the stakeholders must be clearly expressed and

the weighting of the criteria must accurately reflect these values. These preferences are based on experience, scientific and technical judgement and personal values (Siddayao et al. 1993).

Furthermore, the results of the preference analysis show the arguments for and against the different wind farm scenarios and these will be ranked by preference. The distribution of interest groups will also be represented as well as oppositions and coalitions. The stakeholders may evaluate the effects of criteria weighting on the negotiations. As for the selection of the preference function, and that of the evaluation scale, they will be performed by the expert. This is important because the preference function linked to a criterion “allows the decision maker to amplify or mitigate the impact of this criterion in the decision-making process” (Brans and Mareschal, 2002). This function will enable the aggregation of preferences according to an Anglo-Saxon or European concept. The former one is aimed at “achieving objective truths in decision-making” whereas the latter one seeks “to obtain structured and coherent results” through a process based on models “which are, at least partially, co-developed with the decision maker (Roy 2009). We have chosen this latter option, European, to ensure this co-development with the decision-maker and because it will help make the decision-making process more transparent. Subsequently, a validation of the decision is also made. This validation consists in varying the model’s parameter groups according to different global assumptions (e.g. optimistic and pessimistic assessments). This is very useful for the decision-maker in order to fully understand the reasons behind the agreements and disagreements between the stakeholders and to take appropriate support measures for the implementation of the chosen scenario. Finally, the obtained results will allow the involved stakeholders to complete the negotiation stage. Depending on expressed needs, the decision-making support procedure could restart at any of the approach’s stages. It is the ensemble of the stages, taken together and developed by all of the stakeholders, that fosters the transparency of the decision-making process of the selection of a wind farm site, thanks to the sharing of different point of views and the search of shared consensus.

2.4.3 GIS Module

After the selection of the criteria indicators used to assess the issues, all the geo-referenced variables are identified to be analyzed with the participatory and collaborative GIS module indicated in the outer circle. For example, locating zones with a good wind potential

and areas that are occupied (residential, farming and protected zones, etc.) are important geo-referenced data to take into account when identifying relevant wind farm implementation areas. Moreover, the potential of the wind resource is considered an indicator of the “project profitability” criteria of the economic issue. In general, all the geo-referenced data on the bio-physical environment and socio-political factors will be taken into account to provide the most relevant information to the stakeholders and decision-makers. Then, a spatial analysis should be performed to determine the best potential wind farm sites. To provide these sites, for example, binary layers (yes/no) could be used and combined by intersection with a results layer. In addition, the preparation of maps, in collaboration with the stakeholders, will also provide a visualization of the scenario assessment’s results according to the different indicators.

This module will therefore include a spatial representation of the scenarios and physical data, nuance the scenarios’ performance indicators, evaluate the scenarios according to the MCDA indicators, which are reflected in spatial measurements, and illustrate the results on maps. The construction of the database will be participatory (experts and stakeholders), whereas the experts will be in charge of specific tasks like: choosing data representation (raster or vector), translating raster-to-vector (if necessary), identifying the appropriate scale, obtaining relevant available data, defining the geometric integration (for example, the selection of the coordinate system and projection transformation), data integration (e.g. topology), spatial analysis of data (e.g. score layer production, multi-criteria analysis) or the cartography.

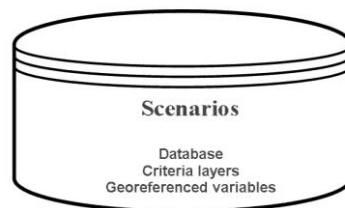


Figure 2.3 GIS Module (Participatory and collaborative scenarios)

2.4.4 Stakeholder involvement module

It is recommended that all of the stakeholders who are affected by the situation (Baburoglu and Garr, 1993) be included. We have used four categories to represent the type of active involvement of all of the possible stakeholders in a territory management project (Prades, Loulou and Waaub, 1998). These categories are divided into: civil society, private sector, public sector and experts (Figure 2.4). This division is important due to the fact that each category has its own preference system. For example, the private sector might prefer a cost-benefit approach whereas the civil society would insist on the community's quality of life. Some stakeholders can belong to more than one category. However, it is precisely the stakeholder's support of a category's preference system, and not that of another preference system, that determines which category he belongs to. For example, an expert who works for the private sector (or public sector) could be part of the private sector (public sector) category because of her/his opinions, whereas an independent expert would probably belong exclusively to the "Experts" category. However, a simple classification of the stakeholders remains insufficient when analysing the decision-making process and the relative weight of the decisional power of each category needs to be determined. This weight could be the same for each category or unequal (Figures 2.5, 2.6 and 2.7), in which case the most favoured sector would have more influence on the decision. Even when each category has a different power of decision weight, the stakeholders' involvement will foster the analysis of varied solutions that will enhance the wind farm site selection process. This involvement will also improve communication and transparency in the decision-making process since clear rules will be followed from the beginning of the negotiations and during the search for a consensus, and in this way will ensure a better integration of the wind farm project in the host community.

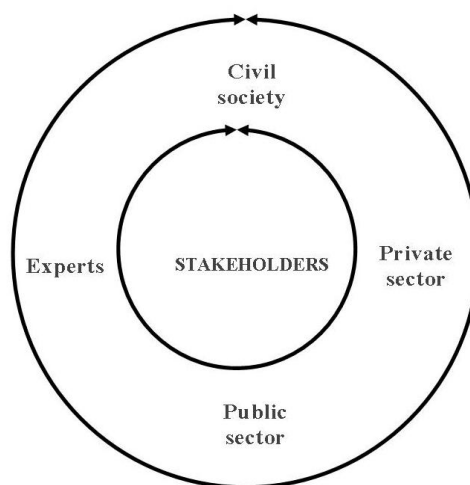


Figure 2.4 Stakeholder Involvement Module

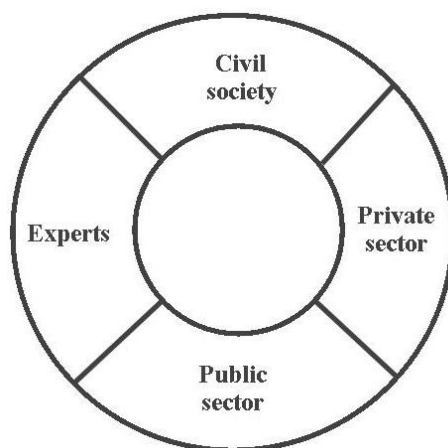


Figure 2.5 Stakeholder Involvement Module. Equal Weighting of Each Category's Decisional Power.

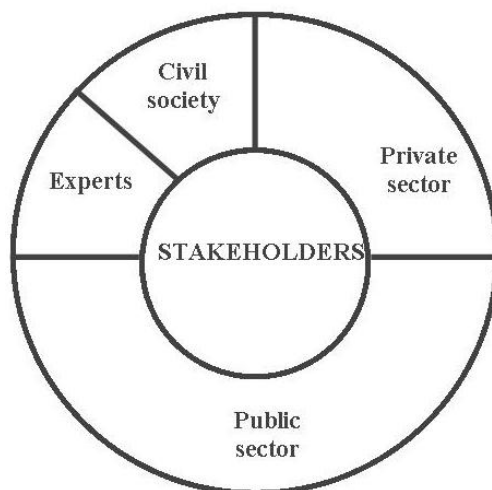


Figure 2.6 Stakeholder Involvement Module. More Decisional Power for the Public Sector.



Figure 2.7 Stakeholder Involvement Module. More Decisional Power for the Private Sector.

2.5 Scientific Knowledge / Local Knowledge Module

This module is represented by a figure with three circles (figure 2.8) and its aim is to build an argument framework on a cognitive basis that takes into account the stakeholders and their values during the development of wind projects. This cognitive structure must include both the scientific knowledge of experts and local knowledge. The latter will be based on objective arguments and will therefore not represent personal opinions. As indicated above, local knowledge contributes certain particular nuances to the decision-making process thanks to a specific expertise which, in practice, is related to the local conditions and context. The outer circle represents the scientific knowledge of experts. This knowledge is related to specific tasks, such as the selection of the multi-criteria assessment method (algorithm) and its measure scales or the use of GIS. The experts may also have the task of determining criteria and choosing the indicators.

The argument framework will be built with the criteria and criteria indicators. These will be weighted according to the stakeholders' values (public sector representatives, private sector representatives, the civil society and experts).

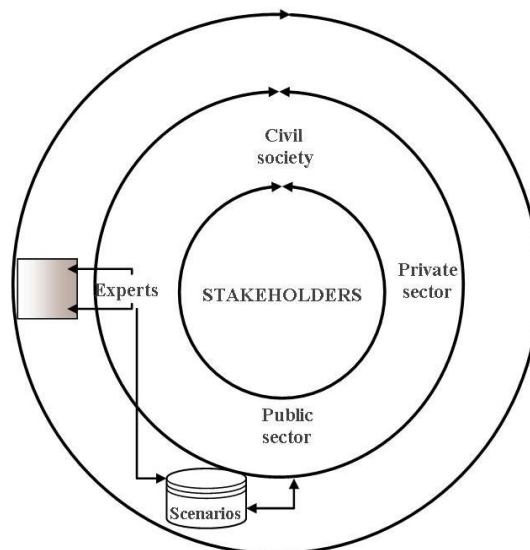


Figure 2.8 Scientific Knowledge/Local Knowledge Module

2.6 Conclusion

This article describes the TIMED approach based on a decision-making process to be used by stakeholders involved in wind farm projects. TIMED approach proposes the coupling of two decision-making support methods: MCDA and participatory and collaborative GIS. TIMED approach comprises four interacting modules designed to build stakeholder preference systems based on scientific knowledge and local knowledge. MCDA allows for a global analysis of all criteria types, whereas the GIS restrain the analysis to geo-referenced variables. However, the two decision-making support methods encourage sharing and the search of consensus. The originality of this approach consists in the four modules including scientific-knowledge/local-knowledge and the predominant role to all the stakeholders in the negotiation process. This is designed to solve social controversies using transparency and participation in the decision-making process.

Certain stages of this approach require that efforts be made, such as building a participatory database or holding numerous work sessions. However, the MCDA's theoretical elements as well as the GIS' spatial analysis methods are well known by experts and numerous software are accessible to them, which makes the implementation of the proposed TIMED approach feasible and adaptable to the management of other renewable energy resource development projects such as biomass management. Another example of the efforts to be made is to structure the participation procedure in such way to ensure a serious and respectful participation among the stakeholders.

The application of the TIMED approach could provide an opportunity for all of the stakeholders involved in the selection of a wind farm development sites to participate in the upstream stages of the decision-making process. Once the population is better involved in the decision-making process the projects' design will be quicker and, at the same time, more efficient measures to integrate wind farm projects in host communities will be identified and established. All these features will encourage the social acceptance of wind farms. This social acceptance, which has sometimes been compromised, has been the subject of recent research that has led to requests that development strategies be reoriented and focused on the community (Jones and Eiser, 2010). Furthermore, to enable the use of the participatory and collaborative MCDA-GIS approach, the political context must be conducive to it. This is why

it is important that governments that already encourage social participation support the application of this approach. At the same time, it would be possible to gain knowledge on territorial management decision-making processes.

TIMED approach was created in 2010 and tested in 2011. In this first article, we present what this approach is about. In a second article, we will present its test and the result obtained when applied to a wind farm in operation since 2006. This second article appeared, in 2013, under the title ‘Territorial Intelligence Modeling for Energy Development (TIMED) – A Case Study for the Baie-des-Sables (Canada) Wind Farm’, in the *International Journal of Multicriteria Decision Making*. Moreover, a third article will illustrate how strategic postulates can be articulated to it, to show a possibility to analyze concerns that can’t be transformed into criteria. It was published in 2013 as a book chapter, in *Assessment and Simulation Tools for Sustainable Energy Systems*, Fausto Cavallaro (Ed.). A fourth work will be published to confirm the effectiveness of TIMED to create the spaces needed to have successful community participation. Finally, different works will be made for the transfer and adaptation of TIMED approach to another socio-cultural-economic and/or environmental context, another renewable energy sector or another kind of territorial development project.

Acknowledgements

We sincerely acknowledge and thank the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) and the Wind Energy Research Laboratory of the Université du Québec à Rimouski (UQAR) for their financial support.

Bibliography

André, P., Delisle, C. and Revéret, J.-P., 2003. *L'évaluation des impacts sur l'environnement : processus, acteurs et pratique pour un développement durable*. Presses internationales Polytechnique. Montréal.

Ascough II, J. C., Maier, H. R et *al.*, 2008. "Future research challenges for incorporation of uncertainty in environmental and ecological decision-making", *Ecological Modelling*, 219(3-4): 383-399. Elsevier.

Baburoglu, O. N. and Garr, M. A., 1993. "Search Conference Methodology for Practitioners, an introduction". Dans *Discovering Common Ground. How Future Search Conferences Bring People Together to Achieve Breakthrough Innovation, empowerment, Shared Vision, and Collaborative Action*, sous la direction de Marvin R. Weisbord. Berrett-Koehler Publishers. San Francisco.

Bailey, D., Goonetilleke, A. and Campbell, D., 2003. "A New Fuzzy Multicriteria Evaluation Method for Group Site Selection in GIS". *Journal of multi-criteria decision analysis*. 12:337-347. John Wiley & Sons, Ltd.

Banville et *al.*, 1998. "A Stakeholder Approach to MCDA". *Syst. Res.* Vol. 15, 15-32. John Wiley & Sons, Ltd.

Bassand, M., 2007. *Cités, villes, métropoles. Le changement irréversible de la ville*. Presses polytechniques et universitaires romandes.

Behzadian, M. et *al.*, 2009. "PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications". *European Journal of Operational Research*. Elsevier.

Bouchard, R. et *al.*, 2007. L'éolien: Pour qui souffle le vent? Écosociété.

Borouhaki, S. and Malczewski, J., 2010. "Measuring consensus for collaborative decision-making: A GIS-based approach". *Computers, Environment and Urban Systems In Press*, Corrected Proof. Elsevier.

Brans, J.-P. and Mareschal, B., 2002. *PROMETHÉE-GAIA. Une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples*. Éditions de l'Université de Bruxelles.

Brown, G., 2011. 'An empirical Evaluation of the Spatial Accuracy of Public Participation GIS (PPGIS) Data'. *Applied Geography* 34 (2012) 289e294 Elsevier Ltd.

Bussink, C., 2003. "GIS as a Tool in Participatory Natural Resource Management: Examples from Peruvian Andes". *Mountain Research and Development*. Vol. 23, No. 4, pp. 320-323.

Buuren J. and Hendriksen A., 2010. "A Learning and Decision Methodology for Drainage and Sanitation Improvement in Developing Cities". Dans *Social Perspectives on the Sanitation Challenge*, sous la direction de Vliet, B., Spaargaren, G. et Oosterveer, P. Dordrecht, Springer Verlag, 2010. New York.

Carver, S. J., 1991. "Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems". *Int. J. Geographical Information Systems*. Vol. 5, No. 3, 321-339. Taylor & Francis Ltd.

Chakhar, S. and Martel, J.-M., 2003. "Enhancing Geographical Information Systems Capabilities with Multi-Criteria Evaluation Functions". *Journal of geographic Information and Decision Analysis*, Vol. 7, No. 2, pp. 47-71.

Chakhar, S. and Martel, J.-M., 2004. "Towards a Spatial Decision Support System : Multi-Criteria Evaluation Functions Inside Geographical Information Systems". *Annales du LAMSADE No. 2*

Chakhar, S., 2006. *Cartographie décisionnelle multicritère : formalisation et implémentation informatique*. Thèse présentée pour l'obtention du grade de PhD en informatique. Université Paris Dauphine.

Chakhar, S. and Mousseau, V., 2008a. "GIS-based multicriteria spatial modeling generic framework". *International Journal of Geographical Information Science*, 22 :11, 1159-1196.

Chakhar, S. and Mousseau, V., 2008b. "Spatial Multicriteria Decision Making". *Encyclopedia of GIS*. 10.1007/978-0-387-35973-1_839. Springer-Verlag.

Chang, N-B. et al. 2009. "Fair fund distribution for a municipal incinerator using Gis-based fuzzy analytic hierarchy process". *Journal of Environmental Management* 90, 441-454. Elsevier.

Chen, K., Blong, R. and Jacobson, C., 2001. "MCE-RISK : integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards". *Environmental Modelling & Software* 16, 387-397. Elsevier.

Cinderby, S., Snell, C. and Forrester, J., 2008. "Participatory GIS and its application in governance: the example of air quality and the implications for noise pollution". *Local Environment* 13 (4): 309-320.

Corsair, H. J., Bassman, J. et al., 2009. "Multicriteria Decision Analysis of Stream Restoration: Potential and Examples". *Group Decision and Negotiation* 18(4). Springer Science Business Media.

Dao, H., 2005. "Le rôle des systèmes d'information géographique pour le développement urbain durable". Dans *Enjeux du développement urbain durable*. Transformations urbaines, gestion des ressources et gouvernance, de Da Cunha, A., et al. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

Dina, N., Leonid, C. et al., 2009. "Business Systems Modelling: Principles and Practices". *Integrated Series in Information Systems* 19.

Dominguez J. and Amador J., 2007. "Geographical information system applied in the field of renewable energy sources". *Computers & Industrial Engineering* 52, 322-326. Elsevier.

EIA, 2009. *International Energy Outlook 2009*. Office of Integrated Analysis and Forecasting. U.S. Department of Energy.

Elwood, S., 2006. "Critical Issues in Participatory GIS: Deconstructions, Reconstructions, and New Research Directions". *Transactions in GIS* 10(5): 693-708.

Failing, L., Gregory, R. et al., 2007. "Integrating science and local knowledge in environmental risk management: A decision-focused approach". *Ecological Economics* 64(1): 47-60. Elsevier.

Feick, R. and Brent Hall, G., 2002. "Balancing consensus and conflict with a GIS-based multi-participant, multi-criteria decision support tool". *GeoJournal* 53: 391-406, 2002. Kluwer Academic Publishers.

Figueira, J., Greco, S. and Ehrgott, M., 2005. *Multiple Criteria Decision Analysis : State of the art Surveys*. Springer.

Ghose, R., 2004. 'SIG et participation citoyenne : des projets de revitalisation urbaine aux États-Unis', in S. Roche and C. Caron (Eds.), *Aspects organisationnels des SIG*. Lavoisier.

Gomez Delgado, M. and Bosque Sendra, J., 2004. "Sensitivity analysis in Multicriteria Spatial Decision-Making: A review". *Human and Ecological Risk Assessment*, 10:1173-1187. ASP.

Gonzalez, R. M., 2002. "Joint learning with GIS: multi-actor resource management". *Agricultural Systems* 73(1): 99-111.

Gouvernement du Québec. 2006. Projet de loi no 118. Loi sur le développement durable. Éditeur officiel du Québec.

Gregory, I. and Ell, P., 2008. *Historical GIS: Technologies, Methodologies, and Scholarship*. Cambridge University Press.

Hermans, C., Erickson, J. et al., 2007. "Collaborative environmental planning in river management: An application of multicriteria decision analysis in the White River Watershed in Vermont". *Journal of Environmental Management* 84(4): 534-546.

Hélimax Énergie Inc. and AWS Truewind LLC 2005. *Inventaire du potentiel éolien exploitable du Québec*. Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

Higgs, G., Berry, R. et *al.*, 2008. “Using IT approaches to promote public participation in renewable energy planning: Prospects and challenges”. *Land Use Policy* 25(4): 596-607. Elsevier.

Hodgkin, J., Belton, V. et *al.*, 2005. “Supporting the intelligent MCDA user: A case study in multi-person multi-criteria decision support”. *European Journal of Operational Research* 160(1): 172-189. Elsevier.

Jankowski, P., 2009. “Towards participatory geographic information systems for community-based environmental decision making”. *Journal of Environmental Management* 90(6): 1966-1971.

Jegen, M., 2008. “L’acceptation sociale des projets éoliens au Québec”. *Rapport mandaté par Ressources naturelles Canada*. Gouvernement du Canada.

Joliveau, T., 2006. “Le rôle des systèmes d’information géographique (SIG) dans la planification territoriale participative”. Dans *Aide à la décision pour l’aménagement du territoire. Méthodes et outils*, sous la direction de Graillot, D. et Waub, J.-P. LAVOISIER.

Joerin, F. and Musy, A., 2000. “Land management with GIS and multicriteria analysis”. *International transactions in operational research* 7, 67-78. Pergamon/Elsevier.

Jones, C. R. and Eiser, J. R., 2010. *Understanding “local” opposition to wind development in the UK : How big is a backyard ?* Elsevier.

IPCC, Pachuri, R. K. and Reisinger, A. (Eds.), 2007a. *Synthesis Report*. IPCC, Geneva, Switzerland.

IPCC. Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R. and Meyer, L. A. (Eds.), 2007b. *Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kain, J.-H. and Söderberg, H., 2008. "Management of complex knowledge in planning for sustainable development: The use of multi-criteria decision aids". *Environmental Impact Assessment Review* 28(1): 7-21. Elsevier.

Laaribi, A., Chevallier, J. J. and Martel, J. M., 1996. "A spatial decision aid : a multicriterion evaluation approach". *Comput., Environ. And Urban Systems*, Vol. 20, No. 6, pp. 351-366. Elsevier.

Laaribi, A., Chevallier, J. J. and Martel, J. M., 1997. "A Spatial Decision Aid : A Multicriterion Evaluation Approach". *Comput., environ. And Urban Systems*, Vol. 20, No. 6. Elsevier Science Ltd.

Laaribi, A., 2000. *SIG et analyse multicritère*. Hermès Science Publications, Paris.

Lafrance, G., 2007. *Vivre après le pétrole : mission impossible ?* Éditions MultiMondes.

Larrue, C., 2000. *Analyser les politiques publiques d'environnement*. L'Harmattan.

Lidouh, K., 2011. "An Overview of Existing Multi-Criteria Spatial Decision Support Systems". *European Working Group, Multiple Criteria Decision Aiding*, series 3, no. 23.

Lovett, A. and Appleton, K., 2008. *Gis for Environmental Decision-Making*. CRC Press. Taylor & Francis Group.

Longley, P.A., 2006. "Grand challenges, environment and urban systems". *Computers, Environment and Urban Systems* 30, 1-9. Elsevier.

Longley, P.A., Goodchild, M., Maguire, D.J., and Rhind, D., 2011. *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley&Sons, Inc.

Malczewski, J., 1999. *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Son, Inc.

Malczewski, J., 2004. "GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview". *Progress in Planning* 62, 3-65. Elsevier

Malczewski, J., 2006a. "GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature". *International Journal of Geographical Information Science*, 20:7, 703-726.

Malczewski, J., 2006b. "Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 8, 270-277. Elsevier.

Manco, G., Pizzuti, C. et al., 2004. "Eureka!: an interactive and visual knowledge discovery tool". *Journal of Visual Languages & Computing* 15(1): 1-35. Elsevier.

Martin, N. J., St-Onge, B. and Waaub, J.-P., 1999. "An integrated decision aid system for the development of Saint Charles River alluvial plain, Quebec, Canada". *Int. J. Environment and Pollution*, Vol. 12, Nos 2/3. Inderscience Entreprises Ltd.

McCall, M. K., 2003. "Seeking good governance in participatory-GIS: a review of processes and governance dimensions in applying GIS to participatory spatial planning". *Habitat International* 27(4): 549-573.

Merwe, J. H. and Lohrentz, G., 2001. "Demarcating Coastal Vegetation Buffers with Multicriteria Evaluation and GIS at Saldanha Bay, South Africa". *Ambio*, Vol. 30. No. 2, pp. 89-95. Allen Press on behalf of Royal Academy of Sciences /JSTOR.

Meyer, J.-A., 1977. "The acceptance of visual information in management". *Information & Management* 32(6): 275-287. Elsevier.

Milner, D. A. And Goodale, M. A., 1998 *The visual brain in action*. Edit Oxford Univ. Press.

Minang, P. and McCall, M., 2006. "Participatory GIS and local knowledge enhancement for community carbon forestry planning: an example from Cameroon". *Participatory Learning and Action* 54(1): 85-91.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. 2006. *L'énergie pour construire le Québec de demain. La stratégie énergétique du Québec 2006-2015*. Gouvernement du Québec.

Ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec. 1er trimestre 2005. *Guide pour la réalisation d'une étude d'intégration et d'harmonisation paysagères. Projet d'implantation de parc éolien sur le territoire public*. Par la Direction générale de la gestion du territoire public. Gouvernement du Québec.

MRNF, 2010. <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/eolien/eolien-potentiel-projets.jsp>. Page Web consulté le 29 juin 2010 à 15 h.

Moine, A., 2007. *Le territoire : comment observer un système complexe*. Harmattan.

Malczewski, J., 1999. *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Son, Inc.

Malczewski, J., 2004. "GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview". *Progress in Planning* 62, 3-65. Elsevier

Malczewski, J., 2006a. "GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature". *International Journal of Geographical Information Science*, 20:7, 703-726.

Malczewski, J., 2006b. "Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: the ordered weighted averaging (OWA) approach". *Int. J. Environmental Technology and Management*, Vol. 6, Nos. 1/2. Indescience Enterprises Ltd.

Nobre, A. et al., 2009. "Geo-spatial multi-criteria analysis for wave energy conversion system deployment". *Renewable Energy* 34: 97-111. Elsevier.

Pidd, M., 1999. "Just Modeling through: A Rough Guide to Modeling". *Interfaces* 29(2): 118-132. INFORMS.

Prades, J. S., Loulou, R. and Waaub, J.-P., 1998. *Stratégies de gestion des gaz à effet de serre. Le cas des transports urbains*. Presses de l'Université du Québec.

Previl, C., Thériault, M. and Rouffignat, J., 2003. "Analyse multicritère et SIG pour faciliter la concertation en aménagement du territoire : vers une amélioration du processus décisionnel ?" *Cahiers de Géographie du Québec*. Volume 47, no. 130, pages 35-61.

Risse, N., 2004. *Évaluation environnementale Stratégique et processus de décisions publics : contributions méthodologiques*. Thèse présenté pour l'obtention du grade de PhD en environnement. Université Libre de Bruxelles.

Roche, V. and Waaub, J.-P., 2006. 'L'aide à la décision dans un contexte de gouvernance locale et une perspective de développement durable'. Dans *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire. Méthodes et outils*, sous la direction de Graillot, D. et Waaub, J.-P. LAVOISIER.

Roggero, P., 2006. *La complexité territoriale : entre processus et projets*. Harmattan.

Rouse, L. J., Bergeron, S. J. and Harris, T.M., 2007. *Participating in the Geospatial Web: Collaborative Mapping, Social Networks and Participatory GIS. Advanced Information and Knowledge Processing*. Springer London.

Roy, B., 2005. "Paradigms and Challenges". Dans *Multiple Criteria Decision Analysis : State of the art Surveys*, sous la direction de Figueira, J., Greco, S. et Ehrgott, M. Springer.

Roy, B., 2009. "Deux conceptions de l'aide à la décision". *European Working Group, Multiple Criteria Decision Aiding*, series 3, no. 19.

Roy, B. and Bouyssou, D., 1993. *Aide Multicritère à la Décision : Méthodes et Cas*. Economica, Paris.

Roy, B. and Mousseau, V., 1996. "A Theoretical Framework for analysing the Notion of Relative Importance of Criteria". *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol. 5, 145-159.

Schmidt-Lainé, C. and Pavé, A., 2002. "Environment: modelling and models to understand, to manage and to decide in an interdisciplinary context". *Editions scientifiques et médicales*, Vol. 10, suppl. 1, 5s-25s. Elsevier SAS.

Sebastien, L. 2006. "De l'idée d'un développement durable socio-centré à la nécessité d'une gouvernance environnementale éclairé". Dans *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire. Méthodes et outils*, sous la direction de Graillot, D. et Waaub, J.-P. LAVOISIER.

Shutidamrong, F. and Lovett, A., 2008. "Riding an Elephant to Catch a Grasshopper: Applying and Evaluating Techniques for Stakeholder Participation in Land-Use Planning within the Kae Watershed, Northern Thailand". Dans *GIS for Environmental Decision-Making*, sous la direction de Andrew Lovet et Katy Appleton. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Siddayao, C. et al., 1993. *Investissements énergétiques et environnement*. Economica, Paris.

Sieber, R., 2006. 'Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework'. *Annals of the Association of American Geographers* 96(3) pp. 491–507. Association of American Geographers.

Simão, A. et al., 2008. "Web-based GIS for collaborative planning and public participation : An application to the strategic planning of wind farm sites". *Journal of environmental Management*, doi:10.1016/j.jenvman.2007.08.032. Elsevier.

Stauffacher, M., Flüeler, T. et al., 2008. "Analytic and Dynamic Approach to Collaboration: A Transdisciplinary Case Study on Sustainable Landscape Development in a Swiss Prealpine Region". *Systemic Practice and Action Research*. Vol. 21(6): 409-422. Springer.

Steven Pinker., 1985. *Visual Cognition*. Cambridge, Mass. MIT Press. Reprinted from Cognition international journal of cognitive psychology, volume 18.

Strager M. and Rosenberger, R., 2005. "Incorporating stakeholder preferences for land conservation: Weights and measures in spatial MCA". *Ecological Economics* 57, 627-639. Elsevier.

Turcanu, C., Carlé, B. and Hardeman, F., 2008. "On the Constructive Role of Multi-Criteria Analysis in Nuclear Emergency Management". *Intelligent Decision and Policy Making Support Systems*. Volume 117. Pages 297-313. Springer.

Van den Hove, S., 2006. "Between consensus and compromise: acknowledging the negotiation dimension in participatory approaches". *Land Use Policy* 23(1): 10-17. Elsevier.

Voss, A., Denisovich, I. et al., 2004. "Evolution of a participatory GIS". *Computers, Environment and Urban Systems* 28(6): 635-651.

Williams, C. and Dunn, C. E., 2003. "GIS in Participatory Research: Assessing the Impact of Landmines on Communities in North-west Cambodia". *Transactions in GIS* 7(3): 393-410.

WWEA, 2009. *World Wind Energy Report 2008*. World Wind Energy Association, Germany.

Wolsink, M., 2005. "Wind power implementation: The nature of public attitudes: Equity and fairness instead of "backyard motives". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11(6): 1188-1207. Elsevier.

Wüstenhagen, R., Wolsing, M. and Bürer, M. J., 2006. "Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept". *Energy Policy* 35(5): 2683-2691. Elsevier.

CHAPITRE III

TERRITORIAL INTELLIGENCE MODELING FOR ENERGY DEVELOPMENT (TIMED) – A CASE STUDY FOR THE BAIE-DES-SABLES (CANADA) WIND FARM

Maria de L Vazquez⁷, Jean-Philippe Waaub⁸, Adrian Ilinca⁹

Published in *International Journal of Multicriteria Decision Making*

Vol. 3, Nos. 2/3, pp. 236-255.

Résumé : Cet article présente l'application d'une nouvelle approche, nommée Développement énergétique par modélisation et intelligence territoriale (DEMIT), développée en réponse aux préoccupations exprimées par une partie de la population au sujet des projets éoliens. La prise de décision transparente et participative incluant tous les acteurs concernés par le développement d'un projet éolien sont à la base de DEMIT. Pour arriver à une telle décision, deux méthodes multicritères sont nécessaires : l'Aide à la décision multicritère (ADMC) et les Systèmes d'information géographiques (SIG) participatifs et collaboratifs. Cette méthodologie a été testée pour le parc éolien Baie-des-Sables, au Québec, Canada, dans un contexte académique et, donc, ne comportant aucun changement dans l'opération actuelle du parc éolien. Celui-ci a commencé son opération en novembre 2006. Si l'implémentation de la méthodologie proposée demande des efforts supplémentaires de la part des développeurs

⁷ M. de L. Vazquez (✉)

Ph.D student in environmental sciences at the Université du Québec à Rimouski. Wind Energy Research Laboratory.
300, allée des Ursulines, Rimouski, G5L 3A1, Qc, Canada
email: vazquez_rascon.maria_de_lourdes@courrier.uqam.ca

⁸ Ph.D., Professor, Geography Department, Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions. Université du Québec à Montréal (UQAM) Case postale 8888, succursale Centre-ville, Montréal, H3C 3P8, Qc, Canada
email: waaub-jean-philippe@uqam.ca

⁹ Ph.D. Professor, Mathematics, Computer Science and Engineering Department. Wind Energy Research Laboratory. Université du Québec à Rimouski (UQAR) 300, allée des Ursulines, Rimouski, G5L 3A1, Qc, Canada
email: adrian_ilinca@UQAR.QC.CA

des projets éoliens, elle a, par contre, l'avantage d'impliquer la communauté hôte et de favoriser un démarrage plus rapide de la construction et de l'opération du parc éolien.

Abstract : This paper presents the application of a new approach, Territorial Intelligence Modeling for Energy Development (TIMED), developed in response to growing concerns about the social acceptance of wind farms. Project development is based on procedure transparency and involvement of all stakeholders. To do this, the TIMED approach involves two multicriteria methods: Multi-Criteria Decision Aid (MCDA) and participatory and collaborative Geographic Information Systems (GIS). The model was tested in the Baie-des-Sables wind farm plan located in Quebec, Canada. This was done as an academic research and did not impact the current operation of the farm, which started back in November 2006. If this approach requires more efforts from the wind farm developer at the preparation stage it has the advantages of reducing the risks and overall duration of the infrastructure launching.

3.1 Introduction

In Quebec, between 1997 and 2011, the Office of Public Hearings in Environment (BAPE – Bureau d'audiences publiques sur l'environnement) identified 15 wind farm plans that were submitted to public hearings. Since 2010, the conclusions of the BAPE reports are showing increasing problems of social acceptability that require further studies and the development of appropriate solutions to be implemented. Specific aspects that should be considered are the perceived and real psychosocial impacts of wind farms and the deterioration of relations between supporters and opponents. Voluntary and upstream use of the proposed TIMED approach provides the ability to analyze alternative scenarios and build consensus in decision-making that eventually produce an acceptable if not optimal plan for all stakeholders.

3.1.1 Overview of wind power development in Québec, Canada and Baie-des-Sables wind farm

As of January 2012, the total wind power installed in Canada is 5,265 MW, or approximately 2% of the country's total electricity demand¹⁰, including 918 MW installed in Quebec. The province's Energy Strategy 2006-2015 (Department of Natural Resources and Wildlife of Quebec-MRNF, 2006) points out that the development of wind power is a priority

¹⁰ *Canadian Wind Farms*. [online] Available at http://www.canwea.ca/farms/index_e.php (Accessed 24 November 2011).

among the different energy resources and sets a target of 4,000 MW, which is limited due to technical constraints (approximately 10% of total installed power). As a result of this wind power development strategy, Quebec has nine wind farms in operation and 18 wind farms planned to be commissioned between December 2011 and 2015¹¹.

Among the different wind farms currently in operation, Baie-des-Sables has been considered a model that shows the importance of adequate communication and collaboration with the host community (Natural Resources Canada, July 2008). This wind farm consists of 73 wind turbines of 1.5 MW, for a total of 109.5 MW. It covers an area of approximately 5,200 ha on agricultural and forest lands of the municipalities of Baie-des-Sables (83% of the wind farm) and Métis-sur-Mer (for the remaining 17%)¹². These municipalities are located on the south shore of the St. Lawrence River, along Highway 132, in the Gaspé Peninsula. The surrounding natural environment is considered exceptional and the renowned beauty of its landscapes is an important asset of the local tourism industry. In 2005, due to concerns raised by the implementation of the wind farm, the Quebec Government's Office of Public Hearings on the Environment (BAPE) conducted hearings. The inquiry and public hearing report determined that the wind farm was acceptable with conditions to be met and recommended, among other things, that the location of some of the wind turbines be optimized (BAPE, September 2005).

3.1.2 The TIMED approach

TIMED approach (Figure 3.1) was presented at the 70th Meeting of the European Working Group on "Multiple Criteria Decision Aiding," in Moncton, Canada, in September 2009 and at the First Intercontinental Conference on Territorial Intelligence, at Gatineau, Canada, in October 2011. This approach provides decision makers with a set of conditions for a transparent and participatory process during the implementation of wind farms. TIMED put in place four modules: MCDA, participatory and collaborative GIS, contributory stakeholder involvement (CSI) and scientific knowledge / local knowledge (SK-LK).

¹¹ *Projets éoliens au Québec*. [online] Available at <http://www.mrn.gouv.qc.ca/energie/eolien> (Accessed 24 November 2011).

¹² *Wind Farms Baie-des-Sables Description*. [online] Available at <http://www.cartierenergie.com/en/cartier-energie.aspx?sec=7> (Accessed 7 December 2011).

Moreover, to be closer to reality, these four modules are articulated with scenario modeling postulates as well as decisional weighting for every stakeholder involved in the decision-making process.

The purpose of MCDA is to assess the preference systems of the stakeholders on a multicriteria basis. These preference systems, which are generally conflicting, are analyzed in a process which makes it possible to structure them (Roy and Bouyssou, 1993). This assessment needs to apply relative weights and importance coefficients to each criterion and results in the construction of preferences (Marinoni, 2006; Roy and Mousseau, 1996) based on the knowledge and perception of the different stakeholders (Joliveau, 2006; Laaribi, 2000). The D-Sight software platform, which implements PROMETHEE and the Gaia outranking approach (Brans and Mareschal, 2002), is used to assess these MCDA preference systems (see also 3.2.1.4).

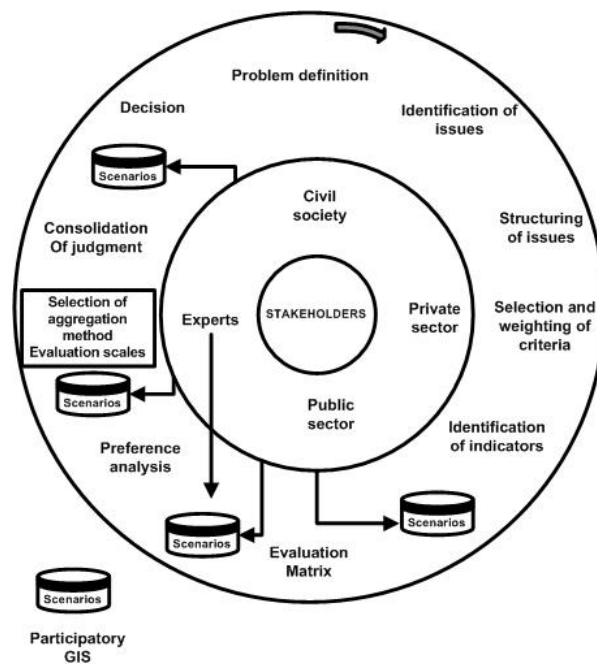


Figure 3.1 TIMED Approach coupling MCDA and GIS

The participatory and collaborative GIS module is used to analyze the georeferenced variables involved to design the scenarios and then to perform their strategic assessment

according to the MCDA module. It also allows for the mapping and communicating of the results. Thus, this module supports the design, selection and representation of alternative scenarios or solutions to problems involving territorial management (Laaribi, 2000; Malczewski, 1999). The creation of different layers of data is essential to the analysis of these variables and this is done using ArcGis software (ESRI).

The Contributive Stakeholder Involvement module (CSI) identifies four categories of actors: civil society (nongovernmental organizations, associative groups), public sector (various levels of government), private sector (promoter, landowners, companies and commercial organizations) and experts (independent specialists, academics, researchers, scientists) (Prades, Loulou and Waaub, 1998). The “civil society” category was widened to include citizens who represent themselves on an individual basis at the BAPE hearings. For this test, carried out by our team, acting as three decision-aiding specialists, it is recommended that the negotiation table have a maximum of about 20 participants. The stakeholders were identified by analysing the 33 official and public documents submitted at the 2005 BAPE hearings. Stakeholders were invited to take part in the test. Out of all the stakeholders, nine people participated at the negotiation table. Graduate students played the role of some of the missing stakeholders to ensure a presence of at least 11 stakeholders in the working sessions of the negotiation table. These stakeholders were to build their preference systems, based on the preferences expressed in the briefs submitted to the BAPE in 2005, or on those specifically formulated by actual stakeholders during working sessions. Participating stakeholders determined by themselves, as a result of a consensus, the decisional weight (relative power balance) of each one of the four stakeholder’ categories. This made it possible to consider clear and realistic rules at the beginning of the negotiation. On this subject, three weight options were taken into account, discussed and finally one of them was chosen to explain the results (see section III). The first option gave the same percentage of decisional power to each participant, irrespective of the category (four) they belong to. The second conferred 25% of the power to each category of stakeholder. The third gave 50% of the decisional power to the private sector, 25% to the public sector, 12.5% to the experts and 12.5% to the civil society.

In the scientific knowledge/local knowledge module (SK-LK), both scientific knowledge and local knowledge are at the heart of the TIMED approach; every stakeholder possesses knowledge that is relevant to the decision-making process. The sharing of this knowledge makes it possible to build a justification framework with a cognitive basis that also takes into account the stakeholders and their values. Local knowledge (empirical environment observation) helps identify issues that are important to the host community, assign them a relative importance and therefore rapidly identify territorial issues and give impetus to the negotiation process. Scientific knowledge, on the other hand, nourishes the discussion by providing objective information useful to the negotiations and by supporting the multicriteria process.

3.1.3 Postulates for the elicitation of scenarios

A scenario is a possible future implementation of the wind farm, which is made up of a certain number of wind turbines with a specific spatial distribution, together with additional relevant quantitative and qualitative information like roads, the electrical grid, shorelines, environmental reserves, etc. (Ministry of Natural Resources and Fauna of Quebec, MRNF, 2005). The starting scenario is the existing wind farm that was analyzed in the 2005 public hearings (see 3.2.2.3 for the description of the four scenarios that were analyzed). The concerns expressed during these public hearings were translated into a coherent family of criteria. However, it proved to be impossible to convert all of these concerns into criteria, because some of them were related to strategic decisions that had already been made rather than decisions regarding the specific selection of the wind turbine installation plan. We were therefore forced to separate the concerns into two categories. The criteria related to the selection of the turbine installation plan were translated into criteria to be analyzed with a MCDA method, while those related to the wind energy development strategy were converted into postulates. Thus, four strategic level postulates have been considered. This strategic level refers to evaluations made upstream of the plan to justify and to analyze how a particular decision will influence the use of the territory (Andre, Delisle and Revéret, 2010). The first postulate, “Existing Situation,” is that of the current conditions. The second, “Ownership,” refers to concerns related to the type of property of the farm. The third, “Communication Tools,” refers to concerns related to the type of approach used to communicate with the host

community. Finally, the fourth, “Taxation,” refers to elements related to income sharing. Thus, the postulates are framing the application of the TIMED approach. In this paper, we address the first postulate exclusively: the current situation. The other three postulates will be discussed in a subsequent work.

3.2 Implementation steps

This procedure started with an information meeting with all the stakeholders involved in the Baie-des-Sables wind farm. The objective of this meeting was to explain the whole approach, its objectives and expected results, to specify the roadmap and agree on the meeting schedule. The first meeting took place on March 18, 2010 and the last on September 29, 2011. During the second meeting, the MCDA approach was explained to the participants and illustrated with the software to be used. A total of eight meetings, three hours each, were held after the second meeting. Six meetings were carried out with “local stakeholders” (i.e. farmers, citizens) directly in one of the host municipalities of the wind farm. Two other meetings, with “external stakeholders” (i.e. the project promoter, experts) were held in Montreal.

3.2.1 MCDA Module

3.2.1.1 Problem definition

This first stage is divided in two parts: definition of the problem by the stakeholders and definition of the problem by the decision-aiding team. Considering the wind farm has been in operation since November 2006, and this work was carried out between 2010 and 2011, this exercise gave the stakeholders the opportunity to review their initial concerns and transpose them to the current situation. At this stage, the participants emphasized concerns related to local economic and employment issues, the economic impact of the wind farm, the numerous wind farms implemented in neighboring regions in which tourism is an important economic activity, the ownership of the wind resource and the type of ownership of the wind farms, the common good and the type of wind development as well as participation of the local stakeholders in the decision-making process, among others. On the other side, the decision-aiding team defined ways to address the problem: analysis of briefs, invitation to the stakeholders, schedule of activities and others.

3.2.1.2 Identification of the relevant issues

The decision-aiding team identified the concerns expressed in the 33 briefs of the 2005 BAPE public hearings, and at the same time took into account the positions of the promoter. Once these concerns identified, they were presented to the negotiation table to initiate the discussions. Among others, the issues discussed included employment, wellbeing, costs, profitability of the wind farm, preservation of the environment, waste treatment, sustainable development, technology used, safety and health.

3.2.1.3 Structuring of the issues

The decision-aiding team sorted the issues into one of three categories: sociocultural, economic and environmental (see Table 3.1). We identified a total of 137 concerns, including 86 sociocultural, 34 economic and 17 environmental. Consequently, it can be observed that the emphasis is on sociocultural issues. Regarding the economic issues, it has been mentioned that the host community had less benefits when compared to the larger surrounding region. As for the environmental impacts of the wind farm, even though this category included only 17 of the 137 concerns, these were always considered negative at the local level.

Table 3.1 Set of criteria for the analysis of wind farm

CATEGORIES	CRITERIA	SUB-CRITERIA	CODE
Sociocultural	Impact on health and safety	Exposure of residences in the area of the wind farm, according to the authorized separation distances (500 m.) (Minimize)	ScSS01
		Potential decrease in life expectancy, urban zone (separation distance 750 m.) (Minimize)	ScSS02
	Improving the quality of the landscape. (Collaboration: Marie-José Fortin, Canada Research Chair in Regional and Territorial Development, UQAR)	Significant places (physical aspect) (Maximize)	ScPa03
		Sense of belonging to the territory (cultural aspect) (Maximize)	ScPa04
		Becoming a landscape (socio-political aspect) (Maximize)	ScPa05
	Taking into account the values and needs of people	Taking into account the values and needs of people (Maximize)	ScVa06
	Social unacceptability perception	Social unacceptability perception (Minimize)	ScNA07
Economic	Economic impact into the host community	Local financial benefits (Maximize)	EcCo08
		Potential negative impact on tourism (Minimize)	EcCo09
		Employment (Maximize)	EcCo10
	Regional socio-economic benefits	Regional socio-economic benefits (Maximize)	EcRe11
Environmental	Degradation of the physical environment	Degradation of the physical environment (Minimize)	EnPh12
	Loss of biodiversity	Loss of biodiversity (Minimize)	EnBi13

3.2.1.4 Selection of the MCDA evaluation method

The method to be chosen had to allow a co-construction (interacting with stakeholders and decision makers) operation in the decision-making process, a “European” concept integrated to MCDA (Roy, 2009). The problem is to determine where an alternative stands compared to another, therefore, to rank them from the best to the worse according to a given criteria. PROMETHEE, which compares pairs of actions, is considered to be an “Outranking Method” (Figueira, Greco and Ehrgott, 2005) and it was chosen. Moreover, PROMETHEE

requires from the involved stakeholders only “particularly simple and clear” information (Brans and Mareschal, 2002) and it has a great visual quality when the results are presented.

3.2.1.5 Selection of the criteria

The selection of the criteria (Table 3.1) stems from how the concerns are structured (see appendix C *Construction des critères*). A criterion is defined as a judgment factor on the basis of which one measures and evaluates an alternative, and it is related to the stakeholders' preferences whereas a variable is not necessarily related to their preferences (Laaribi, 2000). A coherent, comprehensive and non-redundant family of criteria proposed for the negotiation of the wind turbine installation sites was defined by identifying, in the scientific literature, answers to the concerns expressed by the stakeholders. Moreover, each criterion has to be maximized or minimized to indicate that, between two alternatives, we prefer the one that has the highest (or lowest) score on a scale associated with the criterion (Oberti, 2004). Issues that cannot be expressed as criteria correspond to the abovementioned postulates.

3.2.1.6 Weighting of criteria

The weighting of criteria corresponds to the formalization of the stakeholders' value systems. The set of weights represents the stakeholders' preferences and is the expression of their “space of freedom” (Brans and Mareschal, 2002). They indicate the importance that each criterion has for a given stakeholder (Schärting, A., 1996). They are expressed numerically and involve relations between the different criteria (Maystre and Bollinger, 1999). These weights represent one of the problem's parameters with which the D-Sight software must be supplied to achieve the ranking of scenarios. Each stakeholder filled out a worksheet, where their anonymity was preserved in accordance with an ethical protocol (even the anonymity of those who authorized the publication of their names).

3.2.1.7 Identification of the indicators

The set of criteria is a simplified way to represent the vast array of issues. An indicator helps measure the criteria in a qualitative or quantitative way (Table 3.2). The design of the indicators was based on a documentation review that included, among others, scientific reports about the effect of wind turbines on human health or flora and fauna, and about the

social acceptability of wind farms in Canada, conclusions of BAPE reports published over the last 14 years of public consultations on wind farms in Quebec, and documents on the characterization of the landscape of Quebec.

Table 3.2 Indicators and criteria scales

CRITERIA	INDICATOR	SCALE
ScSS01	Number of buildings within 500 m of wind turbines, in the area of the wind farm.	0, 50, 100, 158
ScSS02	Number of buildings within 750 m of wind turbines	0, 40, 78, 150
ScPa03	Continuation of practices (lived) in significant places****	(1, 2, 3, 4)*
ScPa04	Continuity of the sense of belonging and ability to identify with the territory****.	(1, 2, 3, 4)**
ScPa05	Confidence that authorities have the capacity to control the future of the landscape seen as a public good****	(1, 2, 3, 4)**
ScVa06	Stability of the community	(1, 2, 3, 4)***
ScNA07	Area of agricultural land affected (ha.)	0, 84, 108, 159
EcCo08	Total potential financial benefits (municipality and citizens) 10 ³ \$	0, 87, 110, 144
EcCo09	Impact on the resource landscape for ecotourism	0, 90, 175, 329
EcCo10	Number of local jobs (Construction and operation)	0, 78, 106, 160
EcRe11	Investments in the region (M\$).	0 / 51,2 / 98,4 / 102,4
EnPh12	Sensitive areas of land affected (10 ³ m ²)	0, 20, 40, 80
EnBi13	Affected areas of flora (cedar, maple) and fauna (mixed hardwood and softwood) (10 ³ m ²)	0, 110, 220, 460
<p>Scale : *1. No; 2. Yes, in some places; 3. Yes, in most places; 4. Yes, in all places. **1. No; 2. Down; 3. Middle; 4. Top ***1. Deterioration of relationships between citizens and division of the community; 2. Tension in the community with a sense of injustice and inequity; 3. Concerned citizens; 4. No tension.</p> <p>Indicators ScPa03, ScPa04 and ScPa05 (Fortin and LeFloch 2010; Fortin, Devanne and LeFloch, 2010): **** Collaboration: Marie José Fortin. Research Chair of Canada in Regional and Territorial Development, UQAR</p>		

3.2.1.8 Selection of the preference scale

A preference scale “is an entirely ordered set of levels associated with a criterion that is used to assess the effect that actions have on this criterion” (Oberti, 2004). These scales were designed based on a documentation review and available data (Table 3.2). Most of the constructed scales are quantitative and the qualitative scales were transposed into numerical values.

3.2.1.9 Evaluation Matrix

The Evaluation Matrix (Table 3.3) is a two-dimensional table in which criteria are rated according to their performance in each proposed scenario (see section 3.2.2.3 *Design of the scenarios*). The ratings correspond to the preference scale. This performance table represents “an irreplaceable basis for dialogue between stakeholders” (Roy and Bouyssou, 1993).

Table 3.3 Evaluation Matrix

	CRITERIA												
	ScSS01	ScSS02	ScPa03	ScPa04	ScPa05	ScVa06	ScNA07	EcCo08	EcCo09	EcCo10	EcRe11	EnPh12	EnBi13
Scenario 1	158	150	2	2	2	1	159	139,5	329	160	98,4	80	460
Scenario 2	0	78	3	3	3	2	84	87	175	78	51,2	0	220
Scenario 3	0	78	3	3	3	3	108	144	175	106	102,4	0	220
Scenario 4	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0

3.2.1.10 Preference Analysis

The decision-aiding team is responsible for the D-Sight software runs that integrate the various parameters (i.e. criterion and stakeholder weights, thresholds) to aggregate them and thus obtain rankings of the proposed scenarios. At the negotiation table, participants examine, discuss and negotiate about those rankings, the effects of criteria weighting, patterns indicating conflicting criteria or stakeholders’ coalitions, and converging or diverging points of view.

3.2.1.11 Consolidation of judgment

Sensitivity Analysis

This analysis consists in “repeating the original multi-criteria analysis by varying the values originally assigned to the method’s different parameters” (Maystre, Pictet and Simos, 1994). In this way, it becomes possible to observe “which minor modifications change the proposed solution” (Maystre, Pictet and Simos, 1994). PROMETHEE computes interesting results related to weight sensitivities which are made available by two D-Sight tools for user friendly analysis. A criteria weighting stability interval table provides the range above

(under) which the weight of each criterion is challenging the ranking for a given number of positions (Brans and Mareschal, 2002). This is very useful to plan which sensitivity analysis has to be performed. Then, a walking weight tool helps visualize new rankings according to the progressive scaling of the criterion's weight.

Robustness Analysis

This analysis seeks to “determine the range of parameter variations within which a recommendation is stable” and it is used to “develop recommendations that are as synthetic as possible, and acceptable to a wide range of parameter values” (Maystre, Pictet and Simos, 1994), thus separating the strong conclusions from the weak conclusions. The parameter to be tested in this case study is the weighting of the criteria, although others parameters (i.e. criteria thresholds), could also be tested.

3.2.1.12 Decision

A co-construction process offers the promoter the opportunity to communicate with the host community and to build the plan in a shared vision while favoring its improvement using the greater knowledge that local stakeholders have of their territory. At the planning stage, the TIMED approach provides the promoter with a rigorous process, based on well-known procedures used worldwide for decades to communicate with the stakeholders. During the assessment, TIMED allows the involved parties to build a justification framework to better guide the discussion on the plan's implementation, observe how local stakeholders perceive it, rapidly and synthetically recognize conflicting issues, create different possible scenarios, identify opportunities to negotiate criteria, and determine the most robust solutions. This enhances the information that the promoter already has, opens new vistas and guides the decision-making authorities regarding whether or not to allocate the permit to implement the plan. However, the final decision to go ahead or not always belongs to the promoter.

3.2.2 Participatory GIS Module

This module is participative owing to the fact that the geospatial indicators (thematic layers) were presented to the negotiation table, in order to allow a group discussion on the elements of the territory that are to be analyzed. This helps build the collective confidence in

the results (Joliveau, 2006). Techniques supporting collaborative work were implemented, such as the use of emails (stakeholders in different places at different times). However, the regular postal service was used to communicate with two of the stakeholders.

3.2.2.1 Selection of geospatial information

The following layers were identified as necessary to the GIS analysis: roads to be built, underground and overhead electrical lines to be built, wind resources, hydrology, localization of Road 132, paths and snowmobile trails, cross-country ski trails, camping areas, homes, diversity of birds, sensitive environments, agricultural areas in the wind farm, sugar bushes and any other type of wooded area as well as the classification of the landscapes of Métis-sur-Mer and Baie-des-Sables inside the wind farm area.

3.2.2.2 Database Development

Data availability, time needed and human resource involvement might be critical variables and should not be underestimated. The burden of database development and management is usually imposed on the promoter who has the responsibility to conduct the environmental assessment studies and obtain authorizations and permits. In this case study, the researcher in charge had to personally bear the cost of developing the database.

The database includes a digital topographic map of the study area and 12 layers resulting from the digitalization of PDF documents, mostly from the public domain, converted to the TIF format. This database was validated by the stakeholders participating at the negotiation table and it can allow for the preservation, updating, questioning, and mapping of the data (Malczewski, 1999) and the facilitation of exchanges and information analysis.

3.2.2.3 Design of the scenarios

The decision-aiding team handles the D-Sight software, while the stakeholders determine the design of the scenarios. These are designed by taking into account the proximity to the residences, sugar bushes and roads together with new electrical lines to be constructed in agricultural zones, the speed of the wind and the type of land that is affected. Exclusion zones (buffers) were created to ascertain the potential wind turbine installation

sites. The distances were determined by taking into account a documentation review (i.e. regulations of the municipalities of the Gaspésie). Scenario design requires: data loading and integration, pre-processing (i.e. buffer creation or weighting), processing (operations on the tables and layers), and production of output. The results showed that if a separating distance of 1 km between the wind turbines and critical territorial components had been fixed, it would have almost completely prevented the implementation of the wind farm. After discussions, the negotiation table retained four scenarios:

1. Scenario 1: the wind farm as it was built (73 1.5-MW wind turbines);
2. Scenario 2: elimination of the wind turbines that are located within 500 meters of homes or 1000 meters of route 132, and, in addition, taking into account the municipal regulations regarding distance constraints (38 1.5-MW wind turbines);
3. Scenario 3: doubling the capacity of each wind turbine defined in scenario 2 to maintain the projected productivity (38 3-MW wind turbines);
4. Scenario 4: do nothing, no wind farm construction (for a total of 0 MW).

3.2.2.4 Designing of Maps

The maps (see example on Figure 3.2) that were created helped make the stakeholders aware of any relevant information. To enrich the meeting discussions, with the ArcGIS software, we worked directly on layers to visualize and highlight elements that were originally not included in the maps. This helped improve communications as well as the analysis of ideas that had been expressed verbally. For example, to help design the scenarios, different hypotheses regarding the separation distances of the wind turbines were tested. This information was used to design different scenarios with other separation distances and different numbers of wind turbines. Other maps were also created.

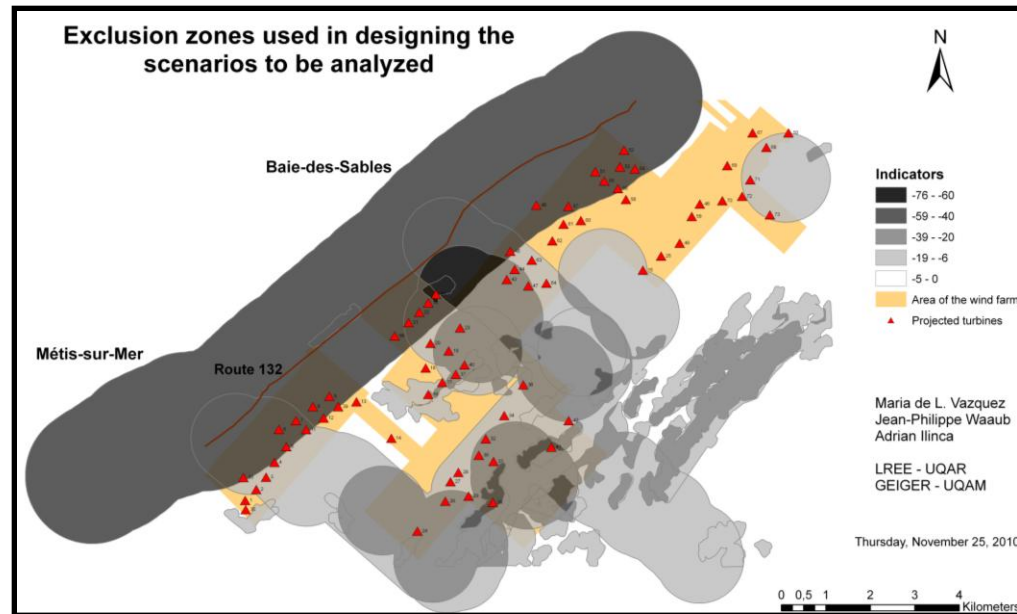


Figure 3.2 Exclusion zones used in designing the scenarios to be analyzed

3.2.3 Contributive Involvement of Stakeholder (CIS) Module

The specific steps in which the different stakeholders were involved in the construction of the TIMED procedure are identified in Table 3.4. This table also shows the steps during which the decision-aiding team was intervening even though this team is not considered a stakeholder.

3.2.4 Scientific Knowledge and Local Knowledge (SK-LK) Module

Scientific knowledge and local knowledge interact in each stage of the process, support the multicriteria analysis, generate new knowledge and sustain the software technical framework. For example, local know-how helped answer questions about the productivity of the sugar bushes, the significant places according to the local population, the importance of having a grade school in the region, effects on tourism or on the relationships between citizens before and after the arrival of the wind farm. Moreover, it also helped plan the work agenda with the stakeholders: during harvest, it is impossible to hold meetings during the day because farmers are too busy. Scientific knowledge also allowed the stakeholders to learn, among other things, about new research findings on bird migration, the newest wind energy

technology and estimates of the greenhouse gas emissions produced over the life cycle of a wind turbine.

Table 3.4 Contributive Involvement of Stakeholder

No.	Module	Steps	Promoter	Decision-aiding team	Stakeholders
1	MCDA	Problem definition (experts)		✓	
		Problem definition (negotiation table)	✓		✓
2	MCDA	Identification of issues	✓	✓	✓
3	MCDA	Structuring of issues		✓	
4	MCDA	Selection of evaluation method		✓	
5	MCDA	Selection of criteria		✓	✓
		Selection of criteria (validation)	✓		✓
6	MCDA	Weighting of criteria	✓		✓
7	MCDA	Identification of indicators		✓	
		Validation of indicators	✓		✓
8	MCDA	Selection of measurement scales		✓	
9	MCDA	Evaluation matrix		✓	
10	MCDA	Preference analysis	✓	✓	✓
11	MCDA	Consolidation of judgment	✓	✓	✓
12	MCDA	Decision	✓		
13	GIS	Selection of georeferenced information		✓	
14	GIS	Development of database		✓	
		Validation of database	✓		✓
15	GIS	Construction of scenarios	✓	✓	✓
16	GIS	Preparation of maps		✓	
17	CSI	Selection of decision-making power	✓		✓
18	SK-LK	Sharing	✓	✓	✓

3.3 Results

In this paper, we present the rankings obtained by three models. Each model is based on the same postulate (existing framework) (see section 3.1.3), the same four scenarios (see section 3.2.2.3), the same evaluation matrix (see section 5.2.1.9), and three different weightings of decision-making power (see section 3.1.2). Because of this, three models were configured with the D-Sight software.

Figure 3.3 (interpreted from View Global Results) shows the results of the global ranking of Model 1, where each stakeholder has received the same power balance, regardless

of the category to which they belong. In this figure, scenarios 3 (38 3-MW turbines) and 4 (do nothing) are also preferred and would be subject to negotiations. The objectives of these negotiations would be to reduce the number of turbines to be implemented and to examine possible existing technological alternatives in order to -maintain the planned productivity of the wind farm. Scenarios 1 (73 1.5-MW turbines) and 2 (38 1.5-MW turbines) are simply not favored because of their low productivity and the distribution of the wind turbines.

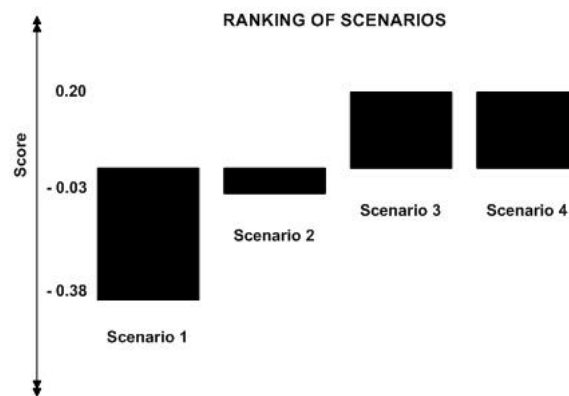


Figure 3.3 Ranking of scenarios

Regarding the coalition of stakeholders, illustrated in the Global Visual Analysis (GAIA) (Figure 3.4, interpreted from GAIA plan), we note that ten of them are found very close to each other around scenarios 3 (construction with changes) and 4 (do nothing), while the remaining stakeholder is found around scenarios 1 and 3 (construction of the wind farm without loss of productivity). However, in the group of ten stakeholders, three (including two experts and a person from the public sector) are on the same side at the bottom of the decision axis, together with the remaining stakeholder. The other seven stakeholders are at the top of the decision axis, including the four members of the civil society category. As for the profiles of the scenarios (3 and 4) (Figure 3.5, interpreted from Profiles-Bar), for one civil society stakeholder (for example), it is already clear that the discussion would not be focused mainly on environmental criteria but rather on the improvement of economic criteria, followed by socio cultural criteria. As an example for this civil society stakeholder, the

analysis of economic criteria in GAIA shows that jobs and local financial benefits are an important criteria for the host community.

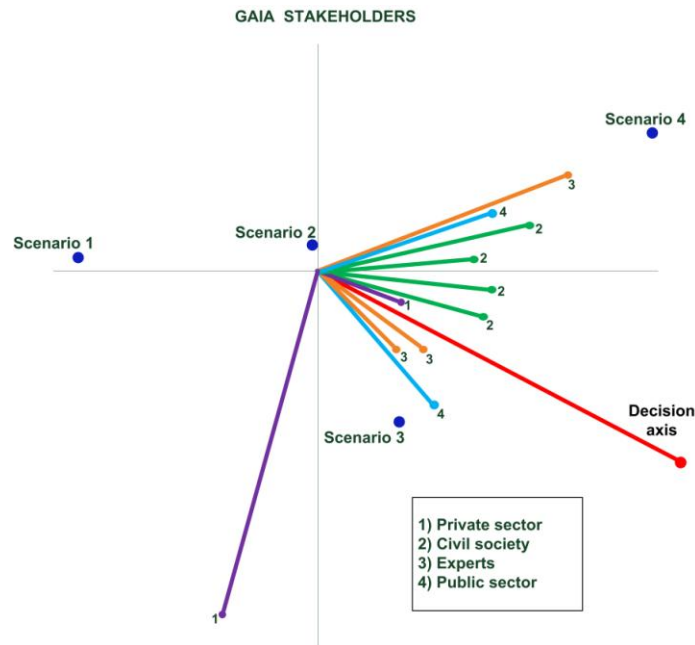


Figure 3.4 Coalition of stakeholders: Global visual analysis

The D-Sight software weight interval stability table shows that, for seven of the 11 stakeholders, the socio-cultural and environmental criteria have a large interval; this means that they are not sensitive to weight variation. However, the economics criteria have a smaller interval and are therefore good candidates to perform sensitivity analysis. To illustrate how this analysis was carried out, we ascertained that, in the case of one of the civil society stakeholders, if the total weighting of the economic criteria is increased from 30% to 40%, the ranking changes and the preferred scenario becomes scenario 3 (construction) instead of 4 (do nothing). This weighting change allows for a redistribution of the relative weight of the different economic criteria and thus, negotiations to increase by 8.3% the number of local jobs. In addition, it would also be possible to negotiate to increase by 5% the local financial benefits criteria. This would improve the local economic benefits compared with the regional economic benefits.

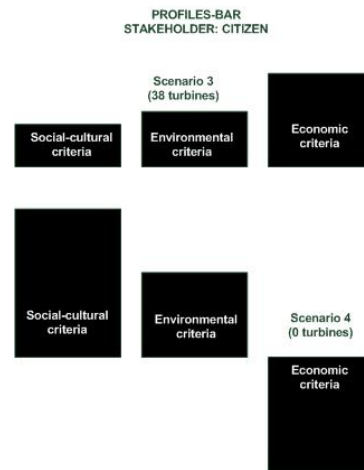


Figure 3.5 Profiles of the scenarios

We repeated the sensitivity analysis several times for other stakeholders regarding the same economic criteria. We observed that, for two stakeholders, the shift from scenario 4 to scenario 3 requires only to increase by 1.4% and 2.4%, respectively, the overall weight of the economic criteria. For the rest of the stakeholders, this transition would require that the overall weight of the economic criteria be increased by 8.4% and even 19.3%. In fact, the indifferent ranking of scenario 3 and 4 in Model 1 can be considered robust.

Regarding the results of Model 2, each of the four stakeholder categories was given a decision-making power weight equal to 25%, regardless of the number of stakeholders included in each of the categories. The global ranking obtained was then scenario 3, followed by scenario 4, scenario 2, and scenario 1.

Regarding the results of Model 3, the weights were divided as follows: promoter, 40%; landowner, 10%; public sector, 25%; experts, 12.5%; and civil society, 12.5%. The ranking obtained was scenario 3, followed by scenario 2, scenario 4 (2 and 4 near equal), and scenario 1.

3.4 Discussion

For different weightings of decision-making power (Models 2 and 3), scenario 3 is robustly chosen. When the decision-making power weightings (Model 1) of the different stakeholder categories are equal, scenarios 3 and 4 are also preferred by the negotiation table. This preference is stable and it is based on the importance given to socio-cultural, environmental and economic issues. For Model 1, according to the sensitivity-robustness analysis, the construction of the wind farm (scenario 3) requires negotiations on economic criteria. This is illustrated by redistributing the weight assigned to local benefits with respect to regional benefits. The negotiation table should increase the weighting of the economics criteria by between 1.4% and 19.3%, with a consequent redistribution of the weighting of the social-cultural and environmental criteria. However, the negotiation of economic criteria allows neither the selection of scenario 1 (more turbines) nor scenario 2 (loss of wind farm productivity). The choice is then either to build a wind farm in which the turbines are redistributed without any loss in the productivity designed by the developer, or to not build the wind farm.

Moreover, in the TIMED approach, to better reflect the stakeholders' preferences, final decision-making also benefits from the application of postulates (see section 3.1.3). These require the creation of 21 others models that will be made in a subsequent work and will also enrich the analysis of this case study. A SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats) of the TIMED approach is forthcoming which will suggest improvements for future use.

3.5 Conclusion

First of all, this test has revealed that there are fixed parameters in the wind farm's call for tenders. Therefore, it is useless to consider any scenario that includes a technological solution that is different from the one already established (i.e. a transition from a 1.5-MW turbine to a 3-MW turbine). This shows that there are technical and economic limits to what can be negotiated. However, this needs to change since various stakeholders increasingly recommend that the participation of the community be promoted in order to minimize negative impacts and maximize the benefits of wind energy.

In general, the TIMED approach provides interested parties a framework to recognize opposing criteria, establish what is negotiable and non negotiable, and understand the reasons why underlying stakeholders' coalitions come to exist. To facilitate the discussion, we propose that the negotiations start based on the 13 criteria of the TIMED approach listed above (see section 3.2.1.3). These criteria can later be changed or adapted to the specific context as the negotiations evolve.

Finally, we note that sustainable development permeates the TIMED approach by modeling the preferences of stakeholders, which include socio-cultural, economic and environmental issues. In addition, the four proposed stakeholder categories foster a multidisciplinary approach and thus, the contribution of complementary fields of knowledge in the decision-making process. It also promotes the cooperative construction of different alternatives that can be implemented in the territory and therefore, we can observe that there is a parallel between the TIMED approach and Territorial Intelligence (TI) which includes the following components: inclusion of territorial sustainability, taking into account of multidisciplinary knowledge in order to understand the dynamics of the territorial systems, sharing of information, cooperation in the development of projects, and cooperation and assessment of actions (Girardot, 2009). There are also parallels with the emerging concept of Participatory Multiple Criteria Decision Aid (PMCDA) whose approach is based on “participatory governance for sustainable development” (Oberti, 2008). So, there is already a solid and up-to-date theoretical framework that the TIMED approach can benefit from, while, at the same time, maintaining its main features, articulate their four modules to highlight the predominant role of the stakeholders and their knowledge in a co-constructed decision-making process. A theoretical framework that can be used to help stakeholders think about the sustainable development of the renewable energy resources embedded in their territory.

Acknowledgements

We sincerely acknowledge and thank the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) and the Wind Energy Research Laboratory of the Université du Québec à Rimouski (UQAR) for their financial support.

References

André, P., Delisle, C. E. and Revéret, J.-P. (2010) *L'évaluation des impacts sur l'environnement. Processus, acteurs et pratique pour un développement durable*. Presses internationales Polytechnique, Canada.

Brans, J.-P. and Mareschal, B. (2002) *PROMETHÉE-GAIA. Une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples*, Éditions de l'Université de Bruxelles.

BAPE (Septembre 2005) *Rapport 217, Projets de parcs éoliens à Baie-des-Sables et à L'Anse-à-Vallee*, Gouvernement du Québec.

Department of Natural Resources and Wildlife of Quebec-MRNF (2006) *L'énergie pour construire le Québec de demain. La stratégie énergétique du Québec 2006-2015*, Gouvernement du Québec.

Figueira, J., Greco, S. and Ehrgott, M. (2005) *Introduction Multiple Criteria Decision Analysis : State of the art Surveys*, Springer Science + Business Media, Inc., United States of America.

Fortin, M.-J. and LeFloch, S. (2010) «Contester les projets éoliens au nom du paysage : Au-delà du nimby, discuter du développement des territoires», *Globe : Revue internationale d'études québécoises*, numéro Énergie et citoyenneté. Vol. 13 (2) : 27-50. (<http://id.erudit.org/iderudit/1001129ar>).

Fortin, M.-J., Devanne, A.-S. and LeFloch, S. (2010) «Le paysage politique pour territorialiser l'action publique et les projets de développement : le cas de l'éolien au Québec», revue *Développement durable et territoire* [En ligne], Vol. 1, n° 2 | Septembre 2010. (<http://developpementdurable.revues.org/index8540.html>).

GIRARDOT J.-J. (2009) 'Results and prospects of caENTI the coordination action of the Network of Territorial Intelligence' in *CaENTI final seminar* in Brussels, Brussels.

Joliveau, T. (2006) 'Le rôle des systèmes d'information géographique (SIG) dans la planification territoriale participative', in D. Graillet and J.-P. Waub (Eds.), *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire. Méthodes et outils*, LAVOISIER, Paris.

Laaribi, A. (2000) *SIG et analyse multicritère*. Hermès Science Publications, Paris.

Malczewski, J. (1999) *GIS and multicriteria decision analysis*, John Wiley & Son, Inc., United States of America.

Marinoni, O. (2006) 'Benefits of the combined use of stochastic multi-criteria evaluation with principal components analysis.' *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 20:319-334. [online]. Available at : <http://www.springerlink.com/content/f1534t6kj5k4w16g/> (Accessed March 24 2010).

Maystre, L. Y., Pictet, J. and Simos, J. (1994) *Méthodes multicritères ELECTRE. Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

Maystre, L. Y. and Bollinger, D. (1999) *Aide à la négociation multicritère. Pratique et conseils*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

Ministry of Natural Resources and Fauna of Quebec, MRNF. (2005) *Guide pour la réalisation d'une étude d'intégration et d'harmonisation paysagères. Projet d'implantation de parc éolien sur le territoire public*. [online] Direction générale de la gestion du territoire public. Gouvernement du Québec. Available at: <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/territoire/programme/projet-eolien.pdf> (Accessed November 24, 2011).

Oberti, P. (2004), 'Décision publique et recherche procédurale : illustration d'une démarche multicritère à la localisation participative d'un parc éolien en région corse' in *Journées de l'Association Française de Science Économique « Économie : aide à la décision publique »*, 18-19 May 2004. Université de Rennes, France.

Oberti, P. (2008), 'AMCDP (Aide multicritère à la décision participative)' in *Newsletter of the European Working Group « Multicriteria Aid for Decisions »*, Series 3, no 18, Fall 2008.

Prades, J. S., Loulou, R. and Waaub, J.-P. (1998) *Stratégies de gestion des gaz à effet de serre. Le cas des transports urbains*, Presses de l'Université du Québec, Sainte-Foy.

Natural Resources Canada. (July 2008) *L'acceptation sociale des projets éoliens au Québec*. [online] Report by Maya Jegen. Gouvernement du Canada. Available at: http://www.politique.uqam.ca/upload/files/PDF/Rapport_mandate.pdf (Accessed 25 November 2010).

Roy, B. and Mousseau, V. (1996) 'A Theoretical Framework for Analysing the Notion of Relative Importance of Criteria.' *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol. 5, 145-159. [online]. Available at: <http://isi.lamsade.dauphine.fr/scripts/FILES/publi19.pdf> (Accessed 4 March 2010).

Roy, B. and Bouyssou, D. (1993) *Aide Multicritère à la Décision : Méthodes et Cas*, ECONOMICA, Paris.

Roy, B. (2009), 'Deux conceptions de l'aide à la décision' in *Newsletter of the European Working Group « Multicriteria Aid for Decisions »*, Series 3, no. 19, Spring 2009.

Schärlig, A. (1996) *Pratiquer Electre et Prométhée. Un complément à décider sur plusieurs critères*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.

CHAPITRE IV

MCDA: MEASURING ROBUSTNESS AS A TOOL TO ADDRESS STRATEGIC WIND FARMS ISSUES

Maria de L Vazquez¹³, Jean-Philippe Waaub¹⁴, Adrian Ilinca¹⁵

Published in *Assessment and Simulation Tools for Sustainable Energy Systems*, Fausto Cavallaro (ed.), 2013, SPRINGER

Résumé: Le développement durable des projets éoliens inclut la prise en compte de la variable socio-culturelle. Celle-ci peut être décelée à partir des préoccupations citoyennes par rapport à l'exploitation de cette ressource énergétique renouvelable. Dans cet article, de telles préoccupations ont été incluses dans un processus d'aide à la décision multicritère et, exprimées comme postulats, elles sont le sujet d'une analyse de robustesse. Nous décrivons ici une méthodologie pour ce faire et nous l'appliquons comme un cas d'étude au parc éolien de Baie-de-Sables au Québec, Canada. Il s'agit d'un test académique qui n'affecte pas l'opération du parc installé depuis novembre 2006. Cependant, l'analyse présentée permet de conclure que, si certaines préoccupations avaient été prises en compte, un autre scénario de parc éolien aurait eu une note plus élevée. L'analyse de robustesse des postulats *outils de communication* et *type de propriété de parc éolien* a permis d'identifier des règles objectives sur le classement des différents scénarios. Le nouveau classement a été vérifié à l'aide de matrices d'évaluation utilisant des valeurs différentes, maximales et proportionnelles par rapport à la matrice

¹³ M. de L. Vazquez (✉)

Ph.D student in environmental sciences at the Université du Québec à Rimouski. Wind Energy Research Laboratory. 300, allée des Ursulines, Rimouski, G5L 3A1, Qc, Canada
email: vazquez_rascon.maria_de_lourdes@courrier.uqam.ca

¹⁴ Ph.D., Professor, Geography Department, Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions. Université du Québec à Montréal (UQAM) Case postale 8888, succursale Centre-ville, Montréal, H3C 3P8, Qc, Canada
email: waaub-jean-philippe@uqam.ca

¹⁵ Ph.D. Professor, Mathematics, Computer Science and Engineering Department. Wind Energy Research Laboratory. Université du Québec à Rimouski (UQAR) 300, allée des Ursulines, Rimouski, G5L 3A1, Qc, Canada
email: adrian_ilinca@UQAR.QC.CA

originale. L'analyse de robustesse sur ces matrices d'évaluation a permis d'identifier, dans une situation conflictuelle, des opportunités pour débloquer des obstacles lors de l'implémentation d'un parc éolien.

Abstract : Sustainable wind energy development takes into account socio-cultural variables that can be identified from citizens' concerns about the use of this renewable energy. These concerns are included in a multicriteria decision aid process, and, expressed as postulates in this study; they are subject to a robustness analysis. The approach is described and applied to the Baie-des-Sables (Canada) wind farm case study. While this academic post-installation assessment does not affect the current operation of the farm which started back in November 2006, we conclude that if these concerns were considered, another wind farm scenario would have got a higher rating. Robustness analysis with respect to communication tools or type of ownership of the wind farm made it possible to identify objective rules based on changes in the ranking of scenarios. This change was verified using evaluation matrices containing different, maximum and proportional values with respect to the values of the original matrix. The robustness analysis results made it possible to identify, in a conflict situation, opportunities to remove obstacles to wind farm implementation.

4.1 Introduction

Implementing a wind farm in Quebec Province (Canada), as in many other locations, might be rather controversial. It raises complex issues and involves stakeholders having potential conflicting positions. Vazquez et al. (2013a) have proposed an approach called Territorial Intelligence Modeling Energy Development (TIMED) (see section 4.1.4 for more details). This approach was developed to provide a transparent and participatory decision-making process for the implementation of a wind farm. It was successfully tested as a pilot project at Baie-des-Sables (Quebec, Canada) in a post-installation context, mostly to benefit from existing data and stakeholder experience. The TIMED approach involves two tools allowing a multicriteria analysis: Multi-Criteria Decision Aid (MCDA) and participatory and collaborative Geographic Information Systems (GIS). It provides “decision makers with a set of conditions for a transparent and participatory process during the implementation of wind farms” (Vazquez et al. 2013a). The ranking of different scenarios of wind farm configurations (location, number, height, power of turbines) has been computed and discussed. They are important inputs for further recommendations to decision-makers. However, robust conclusions taking into account strategic concerns are needed for strong legitimacy of decision to be taken. This contribution aims to focus on this issue of producing such robust analysis. Conceptual clarifications are first provided about sensitivity, robustness and robustness concerns analysis. The TIMED approach and the methodological framework

for robustness analysis are described. Additional results for the case of Baie-des-Sables wind farm are computed and discussed to illustrate actual situation.

4.1.1 Four TIMED Approach Modules: Literature Review

Multicriteria decision analysis (MCDA)

MCDA is a procedure that helps solve a complex decision problem. The main stages of this procedure are: recognition of the stakeholders, definition and development of scenarios, definition of criteria and their relative importance, preparation of evaluation matrices, application of a comparison procedure, establishment of the final ranking, robustness and sensitivity analysis (André et al. 2003; Roy and Bouyssou 1993). The MCDA improves decision making and eases negotiations by incorporating non-economic objectives and focusing on well-defined and well-targeted objectives (Corsair et al. 2009). When used in a participatory manner that involves all of the stakeholders in the decision making process, it fosters a learning process based on local know-how and systematic knowledge as a means to reach sustainable solutions to the analyzed problem (Buuren and Hendriksen 2010). This is therefore an MCDA process in a multi-stakeholder and multi-decision maker context. It is applied to territorial management and in any situation involving resource-use conflicts, and this, in a participatory and collaborative perspective. In other words, whereas the single decision-maker approach tends to be hierarchically vertical and techno-scientific, the multiple decision-maker approach integrates different knowledge systems (scientific knowledge and knowledge of local stakeholders).

Geographic Information Systems

The analysis relies on spatially referenced numerical databases with storage, recording, updating, querying and presentation features (Malczewski 1999; Nobre 2009; Chakhar and Martel 2003; Longley et al 2011). These databases make the exchange and analysis of information easier (Joliveau 2006). GIS improves the selection of solutions to territorial management problems (Malczewski 1999). Territory's biophysical characteristics must be factored with the socio-economic and cultural traits of the communities living in this territory (Lovett and Appleton, 2008). This is why territorial management decisions are very complex

(Laaribi et *al.* 1996). However, current GIS do not provide an efficient data analysis when there are multiple and contradictory criteria. To promote analysis, the GIS therefore needs to rely on a mechanism that integrates stakeholders' preferences and proposes choices in the context of an evaluation of conflicting criteria (Chakar and Martel 2004).

Contributory Stakeholder Involvement

The stakeholder is a concept linked to an action and more specifically to a collective action. The stakeholder's aim is to act during the decision-making process. An individual or a group of individuals can represent a stakeholder. The stakeholders create the exchange of legal, human, infrastructural, cognitive, monetary, interactive, political and temporal exchanges between the systems they represent (political-administrative, socio-cultural and socio-economic), even though these resources are unevenly distributed between the stakeholders. During this exchange of resources, the stakeholders get involved, are integrated or fragmented (Larrue 2000). It is recommended that all of the stakeholders who are affected by the situation (Baburoglu and Garr 1993) be included. There are four categories to represent the type of active involvement of all of the possible stakeholders in a territory management project (Prades et *al.* 1998). These categories are divided into: civil society, private sector, public sector and experts. This division is important due to the fact that each category has its own preference system.

Scientific Knowledge – Local Knowledge

In a multi-stakeholder decision-making process, the integration of several levels of knowledge becomes a necessity (Failing 2007; Kain 2008). In Europe as well as in North America, the integration of science and local know-how during decision making becomes an unavoidable task (Failing 2007). This local know-how includes all knowledge that does not come from conventional scientific expertise and could provide particular nuances in a decision making process, for example specific expertise that is related to the local conditions and context. This local knowledge could identify indirect impacts that the proposed actions might have on biological resources (Failing 2007). Moreover, new knowledge could emerge: one, which is an outcome of the coupling of empirical, expert and theoretical knowledge in order to respond to a particular need (Kain 2008).

4.1.2 An extended concept of robustness

Different decision-making methods exist to respond to increasingly complex financial or environmental management problems that society must deal with. Among these methods we find Herbert Simon's IDC (Intelligence, Design, Choice) model, others works based on Economics (i.e. utility theory) and others that integrate decision-maker preferences based on a set of criteria (Figueira et al. 2005), such as MCDA.

Robustness analysis, which is carried out before the final decision is made, is one of the main steps of MCDA, and aims at establishing the right basis for a recommendation. Its main objective is to verify whether the recommendation resulting from the multicriteria procedure is robust, and if not, to identify what changes produce this result (Roy and Bouyssou 1993). This analysis seeks to "determine the range of parameter variations within which a recommendation is stable" and it is used to "develop recommendations that are as synthetic as possible, and acceptable to a wide range of parameter values" (Maystre et al. 1994), thus separating the strong conclusions from the weak ones. The parameters to be tested can be the weighting of the criteria or others.

Robustness analysis can be performed either by applying different sets of parameters reflecting contrasted views, or by designing multiple sensitivity analysis. Sensitivity analysis consists in "repeating the original multicriteria analysis by varying the values originally assigned to the method's different parameters" (Maystre et al. 1994). Thanks to this repetition, we can observe how "a variation around a central position affects the results obtained" (Roy and Bouyssou 1993).

However, the robustness analysis should not be restricted solely to confirming solutions; it can also be used to "answer questions about the stakeholders concerns and needs" (Roy 2002).

Indeed, it is recognized that the concept of robustness is vast and that there are different approaches, including requiring that the solution satisfy the robustness conditions for it to be considered robust (Aloulou et al. 2005). In addition, it is also recognized that robustness depends on the problem's context (Vincke 1999).

One must also consider that the term “robustness concern” is broader than “robustness analysis” because this concern is already present “in the problem formulation phase” and it aims at identifying weaknesses in the formal problem representation (Roy 2007), to determine whether the recommendation is or not solid.

Finally, returning specifically to robustness analysis, it is accepted that the weighting of criteria is a parameter whose variation may be subjected to this analysis, but that it is also possible to apply it to “the values of one or several evaluations” (Brans and Mareschal 2002).

4.1.3 Broadened robustness as an answer to the modeling of strategic concerns

The authors have established (Vazquez, Waaub and Ilinca, 2013a) that the stakeholders expressed two kinds of concerns: those that can be translated into evaluation criteria of the selected turbine sites and those related to the strategic development of the wind power sector. The latter can become socially controversial issues at a specific wind farm negotiation table, and end up being part of its specific analysis (Côté 2011) during the discussions on the turbines’ site selection.

The above-mentioned paper (Vazquez, Waaub and Ilinca, 2013a) includes the results produced by the application of the MCDA to the first kind of concerns that are also included in the current framework used for the implementation of wind farm in Quebec.

The purpose of this contribution is to answer the following questions: What happens with the strategic concerns? How strong is the result of the existing framework regarding these strategic concerns? Thus, we consider that these questions basically have as much to do with the formulation of the real problem expressed by the involved stakeholders as with the above-mentioned robustness “concern”.

It is important to answer these questions as TIMED approach tries to model accurately the concerns and needs expressed by citizens in 2005 about the implementation of Baie-des-Sables (Quebec) wind farm. Since a sensitivity analysis can address robustness concern (Roy 2007), we will apply conventional robustness analyses to the evaluation matrices. In short, to address the robustness concern issue, it is necessary to do a robustness analysis. For this purpose, the robustness analysis carried out for the first concern type will be expanded to the

strategic concerns. To do this, scenarios' performance using pre-established criteria will vary according to the new evaluation matrices.

4.1.4 Understanding the TIMED approach to understand the construction of matrices subject to the robustness analysis

Matrices subject to robustness analysis were built in 2011 during the test of the TIMED approach.

4.1.4.1 The TIMED approach

The TIMED approach (see Fig. 4.1) is made up of four modules: MCDA, participatory and collaborative GIS, contributory stakeholder involvement (CSI) and scientific knowledge/local knowledge (SK-LK). The goal of these modules is to guarantee transparency and participation to promote a sustainable energy development of wind energy. Since TIMED approach is an instrument to find consensus between different interests, it also describes the negotiation procedure to be followed, while ensuring that the different stakeholders' knowledge is integrated in the process and that the periods of participation and involvement are included.

The four modules are contained in three circles (see Fig. 4.1). The outer circle illustrates the MCDA and GIS procedures. The inner and middle circles show the stakeholders' involvement. Taken together, the three circles present the knowledge of all of the stakeholders. We have chosen to use a circle to illustrate the MCDA-GIS process as a negotiation facilitator, and to show the continuous and unrestrained feedback during the stakeholders' participation and involvement.

These stakeholders are placed at the heart of the process to emphasize their dominant role. The functions carried out exclusively by experts, such as the choice of the evaluation method and the choice of the evaluation scale, are represented in a rectangle. Moreover, other functions can be carried out exclusively by experts, such as criteria selection and identification of indicators, as long as all the stakeholders consent to this. The arrows tied to a circle indicate the participation of all of the stakeholders in a given activity such as the

construction of a participatory database in the GIS. Arrows crossing circles indicate an activity to be carried out by a specific stakeholder such as an expert.

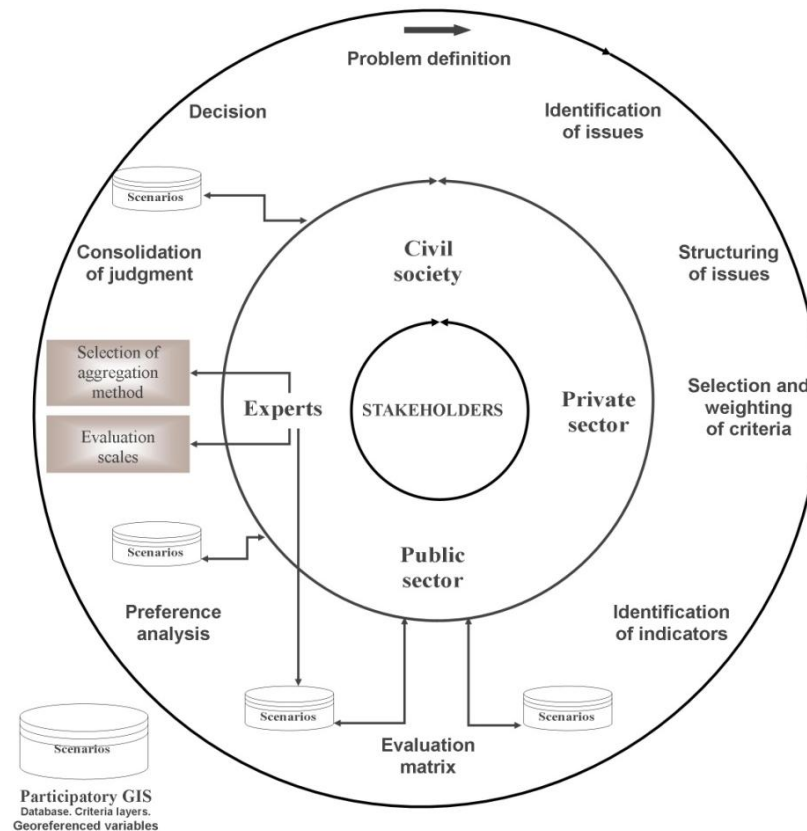


Figure 4.1 TIMED approach coupling MCDA and GIS

All of the stages in the MCDA process are indicated in the approach's outer circle: problem definition, identification of issues, selection and weighting of criteria, identification of indicators, evaluation matrices, preference analysis, decision consolidation and decision. This module creates opportunities for the sustainable management of energy resources since it helps to co-build the preferences system of the stakeholders actively involved with the decision-maker when the consequences of the proposed actions are examined. This module enables stakeholders to identify their own preferences and concerns in a collaborative manner and to structure them in a coherent family of criteria. The criteria serve to structure and model the problem. Once the criteria are established, they are evaluated according to their

qualitative and quantitative nature with the help of indicators. The process of defining these indicators and criteria can help resolve conflicts. Moreover, decision-making support tools imply “the integration of values and preferences of one or several stakeholders in the decision-making process” (Roy and Bouyssou 1993); the preference system of the stakeholders must be clearly expressed and the weighting of the criteria must accurately reflect these values. Furthermore, the results of the preference analysis show the arguments for and against the different wind farm scenarios and these will be ranked by preference. Logically, this multi-stakeholder approach entails a multi-criteria context in order to assess the environmental, economic and social issues.

The GIS module is participative due to the fact that the geospatial indicators (thematic layers) were presented to the negotiation table, in order to allow a group discussion on the elements of the territory that are to be analyzed. The scenarios to be analyzed in this module are taking into account the proximity to the residences, sugar bushes and roads together with new electrical lines to be constructed in agricultural zones, the speed of the wind and the type of land that is affected. Exclusion zones (buffers) can be created to ascertain the potential wind turbine installation sites. The distances can be determined by taking into account a documentation review (i.e. regulations of the municipalities of the Gaspésie, Quebec, Canada). Scenario design requires: data loading and integration, pre-processing (i.e. buffer creation or weighting), processing (operations on the tables and layers), and production of output (maps). The maps helped make the stakeholders aware of any relevant information and to work directly on layers to visualize and highlight elements that were originally not included in the maps. This helped improve communications as well as the analysis of ideas expressed verbally. For example, to help design the scenarios, different hypotheses regarding the separation distances of the wind turbines can be tested. This information can be used to design different scenarios with other separation distances and different numbers of wind turbines.

The CSI module includes four categories of stakeholders: civil society, public sector, private sector and experts. These categories represent the type of active involvement of all of the possible stakeholders in a territory management project (Prades *et al.* 1998). This division is important due to the fact that each category has its own preference system. However, a

simple classification of the stakeholders remains insufficient when analysing the decision-making process and the relative weight of the decisional power of each category needs to be determined. This weight could be the same for each category or unequal, in which case the most favoured sector would have more influence on the decision. In this way, clear rules will be followed from the beginning of the negotiations and during the search for a consensus, and will ensure a better integration of the wind farm project in the host community.

In SK-LK module, the sharing of scientific knowledge as well of local knowledge allows for the building of a framework with a cognitive basis that takes into account all stakeholders and their values (Vazquez et al. 2013a). Scientific knowledge and local knowledge interact at each stage of the process, support the multicriteria analysis, generate new knowledge and sustain the software technical framework.

Moreover, the four modules are associated with scenario modeling postulates as well as decisional weighting for every stakeholder involved in the decision-making process. In (Vazquez et al. 2013b), we had explored the possibilities of a first postulate (the Current Situation postulate) and an evaluation matrix for the existing framework of wind farm was constructed. An example of the original evaluation matrix will be introduced later (see Table 4.3) and it is directly in this matrix that modifications for robustness analysis are done.

4.2 Robustness analysis of the strategic concerns: a simulation to address the robustness concerns

First, the strategic concerns will be formulated using postulates. Second, the methodology for analyzing each strategic level postulate will be established while also identifying the elements to be considered, the evaluation matrices related to the number of necessary models, the criteria which may be modified and that are to be included in the analysis, the representativeness of the postulates to be analyzed as well as the design of matrices with three different types of grades.

4.2.1 Strategic level postulates

The strategic concerns were extracted from the official and public documents submitted to the Quebec Government's Office of Public Hearings on the Environment

(BAPE), in 2005, for a specific wind farm. These concerns were then structured into four strategic-level postulates, which are located upstream of the multicriteria decision aid process:

- **Current situation:** describes the current conditions. It is the set of all the conditions in which wind farms are currently being developed (i.e. call for tender conditions, annual voluntary contributions, municipal visibility funds, regulatory framework of separation distances included in the PCRs - Provisional control regulations).
- **Ownership:** refers to concerns related to the Type of ownership of the wind farm.
- **Communication tools:** refers to concerns related to the type of approach used to communicate with the host community.
- **Taxation and royalties:** refers to elements related to income sharing, for example, the creation of wind farm revenue redistribution and sharing formulas.

Thus, the concerns that are not part of the existing conditions lead to three others postulates (Type of ownership of the wind farm, Communication Tools and Taxation). Two postulates are subdivided. Type of Ownership of the Wind Farm is subdivided into three sub-postulates: Public, Large Private Company and Public-Private Partnership (this includes community wind farm as well as joint wind farms involving municipalities and private companies). Communication Tools is subdivided into three sub-postulates: Information Meeting, Consultation and Negotiation Table. The postulates Current Situation and Taxation and Royalties do not have sub-postulates (see Table 4.1). Therefore, there are a total of four postulates and eight sub-postulates.

4.2.2 Methodology of the robustness analysis of strategic level postulates

4.2.2.1 Factors considered

Each strategic level postulate defined earlier needs to be analyzed. The Current situation postulate has already been analyzed (see Vazquez et al. 2013b). It was analyzed for each one of the four designed scenarios, using one of the three different decision-making

power weightings and one evaluation matrix (Original evaluation matrix). It should be noted that we could have tested all four designed scenarios for each of the three decision-making power weightings (see Vazquez et al. 2013b); however, in this chapter we will only illustrate one example with one of the three weightings.

Table 4.1 Models and matrices required according to the different scenarios, postulates and power weighting options considered in the robustness analysis

Modeling	Scenarios	Postulate	Sub-postulate	Decisional power weight option	Number of Matrices		
1	1, 2, 3, 4	Current situation	Current situation	1	1		
2				2			
3				3			
4	1, 2, 3, 4	Communication tools	Information meeting	1	2		
5				2			
6				3			
7			Consultation	1	3		
8				2			
9				3			
10			Negotiation table	1	4		
11				2			
12				3			
13			1, 2, 3, 4	Type of property of wind farm	Large private company	1	5
14						2	
15						3	
16	Public-private partnership	1			6		
17		2					
18		3					
19	Public	1			7		
20		2					
21		3					
22	1, 2, 3, 4	Taxation and royalties			Taxation	1	8
23						2	
24						3	
Decisional power weighting option: 1) Equal power weighting for each stakeholder (regardless of the category) 2) 25% for each category. 3) 50% private sector; 25% public sector; 12.5% experts; 12.5% civil society. Scenarios: 1) 73 turbines each one of 1,5 MW. 2) 38 turbines each one of 1,5 MW. 3) 38 turbines each one of 3 MW. 4) 0 turbines, 0 MW.							

4.2.2.2 The models required and their evaluation matrices

Among other things, we must consider that each sub-postulate (or postulate, as is the case) has its own evaluation matrix. The Current situation postulate is named NOri (N, grade; Ori, original) and was designed by the multicriteria decision aid team and validated by all the stakeholders involved in the case study of the TIMED approach (see Vazquez et al. 2013b). The analysis of the other three strategic level postulates shall be done by making grade changes in this NOri matrix. Overall (see Tab. 4.1), to carry out this analysis, 24 models were configured using the D-Sight Software and taking into account: four scenarios, three decision-making power weighting options, eight sub-postulates and eight evaluation matrices (see Table 4.1).

4.2.2.3 Identification of criteria to be included in the robustness analysis

In addition to the number of models that are to be developed, we must identify criteria that has already been defined (see Table 4.2) (see Vazquez et al. 2013) whose evaluation is subject to change (likeliness criteria). It should be noted that in the present work, we have excluded the possibility of designing new criteria.

Table 4.2 Identification of criteria that are likely to be evaluated

Postulate	Sub-Postulate	Code of criteria* and type	Criterion whose evaluation is likely to be changed (likeness criteria)
Communication tools	Information meeting	None	None
	Consultation (does not cause any major changes in the wind farm)	ScVa06 Qualitative	Taking into account population's values and needs (Maximize) (allow communication)
	Negotiation table (does not cause any major changes in the wind farm)	ScPa03 Qualitative	Significant places (physical aspect) (Maximize) (negotiate access to places)
		ScVa06 Qualitative	Taking into account the population's values and needs (Maximize) (allow communication)
Type of ownership of wind farm	Large private company	None	None
	Public-private partnership (community wind farm designed by municipalities and private companies) (does not cause any major changes in the wind farm)	ScPa05 Qualitative	Becoming of a landscape (socio-political aspect) (Maximize) (i.e. framed through municipal regulations)
		ScVa06 Qualitative	Taking into account the population's values and needs (Maximize) (allow communication)
		ScPa03	Significant places (physical aspect) (Maximize) (negotiate access to places)
		EcCo08 Quantitative	Local financial benefits (Maximize) (i.e. framed through municipal regulations)
		EcCo10 Quantitative	Employment (Maximize) (i.e. framed through municipal regulations)
		EcRe11 Quantitative	Regional socio-economic benefits (Maximize) (i.e. framed through municipal regulations)
	Public	EcCo08 Quantitative	Local financial benefits (Maximize) (i.e. framed through municipal regulations)
		EcCo10 Quantitative	Employment (Maximize) (i.e. framed through municipal regulations)
		EcRe11 Quantitative	Regional socio-economic benefits (Maximize) (i.e. framed through municipal regulations)
Taxation and royalties	Fixed taxation, legal obligation. Fee per kWh.	EcCo08 Quantitative	Local financial benefits (Maximize) (i.e. payment of taxes to the municipality)
		EcRe11 Quantitative	Regional socio-economic benefits (Maximize) (i.e. redistribution of municipal taxes and fees at the regional level)
Code of criteria* ScVa06 (Taking into account the values and needs of people), ScPa03 (Significant places), ScPa05 (Becoming a landscape), EcCo08 (Local financial benefits), EcCo10 (Employment), EcRe11 (Regional socio-economic benefits)			

4.2.2.4 Representativeness of postulates subjected to the robustness analysis

Once the criteria whose evaluation can be modified are identified, it is necessary to conduct the robustness analyses. To avoid making the 24 models listed in table 4.1, and in

order to draw conclusions from them, the most representative postulates were selected. This representativeness of all the models was determined based on the variations in the number of criteria which can be modified: three for *Communication tools*, nine for *Type of ownership of wind farm* and two for *Taxation and royalties*. Thus, the robustness analysis will be done on the *Communication tools* and *Type of property of wind farm* postulates. As for *Taxation and royalties*, whose variability is lower, it will be the subject of a special comment at the end of discussion results section.

Therefore, the sub-postulates *Negotiation table* and *Public-private partnership* (which belong to the first two postulates) were chosen and their criteria which are likely to be re-evaluated will receive a new grade in their corresponding matrices, in order to show how different values affect the results of these postulates in connection with robustness concerns.

4.2.2.5 Designing matrices responding to the robustness concerns

Matrix notation procedure used in the evaluation of strategic postulates

The grading of the evaluation matrices has undergone one of the two procedures:

- 1) Grading proposed by the decision-aid team and validated by the negotiation table.
- 2) Grading proposed by the decision-aid team and not validated by the negotiation table.

The first case corresponds to the matrix of the *Current situation* postulate, validated by the stakeholders participating in the negotiation table, because this table was established in 2010-2011 only to evaluate this postulate.

The second case corresponds to the three others postulates (see Table 4.2), which require the formulation of new matrices. These will be created through the reformulation of the NOri matrix while at the same time considering the existing issues related to the use of communication tools, the type of wind farm property and the criteria whose evaluation is likely to be modified. To make this reformulation, the decision-aid team changed the grades of these likely criteria. All the other criteria kept their original values validated by the negotiation table.

Matrices with maximum, proportional and different grades

To start the analysis that will answer whether the results of the *Current situation* postulate are robust compared with the other three strategic postulates, it is necessary to consider three new criteria performance grades:

- 1) A first one that includes different values (Dif).
- 2) A second one with maximum values (Max).
- 3) A third one whose value is the result of a proportional improvement (Pro).

This produces three new evaluations matrices, which increases further the number of models to create. Thus, the NDif matrix (see Table 4.4) refers to different grades, the NMax matrix (see Table 4.5) refers to maximum grades and the NPro matrix refers to proportional grades. This last one is combined with the NMax matrix to create the NMax-NPro matrix (see Table 6.6). Each of the three postulates (or sub-postulates) to be analyzed uses the NDif, NMax and NMax-NPro matrices, respectively.

The utility of having different value performance grades is discussed with the stakeholders and with the expert MCDA team, as well as values that are reasonable to be analyzed based on available resources (i.e. funding, time, etc.). The objective is to analyze different performance scenarios for each postulate and to compare them in order to test the robustness of a decision. In our test, these value performances were related to a specific context and should assist stakeholders to understand what happens if we change the evaluation matrices value by grading the scenario performances in a specific manner. Basic mathematical concepts (different, maximum, and proportional) were then chosen to easily illustrate these questions, using whole numbers and percentages. Nevertheless, depending on the context, another value performance grades could be used if the stakeholders and the MCDA team agree (i.e. concepts as the average or median) but it is important to have every time the control over the number of new evaluation matrix to be designed because their number must be in accordance with the available resources.

In this way, different, maximum, and proportional improvement were chosen to represent the difference or maximal performance obtained if we use communications tools or

not and to determine if a better scenario could be obtained depending of the type of ownership of wind farm.

4.3 Results

4.3.1 Postulate: Current situation

4.3.1.1 Original evaluation matrix (NOri)

In this matrix (see table 4.3, figure 4.2), all criteria and their grades were validated by the negotiation table, in different bases. For example, the criterion ScPa03 (significant places) is rated 4 in scenario 4 because the non-construction of the wind farm allows all of the activities that took place before the advent of the wind farm to be carried out without restrictions.

Table 4.3 Original evaluation matrix

	CRITERIA												
	ScSS01	ScSS02	ScPa03	ScPa04	ScPa05	ScVa06	ScNA07	EcCo08	EcCo09	EcCo10	EcRe11	EnPh12	EnBi13
Scenario 1	158	150	2	2	2	1	159	139,5	329	160	98,4	80	460
Scenario 2	0	78	3	3	3	2	84	87	175	78	51,2	0	220
Scenario 3	0	78	3	3	3	3	108	144	175	106	102,4	0	220
Scenario 4	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0

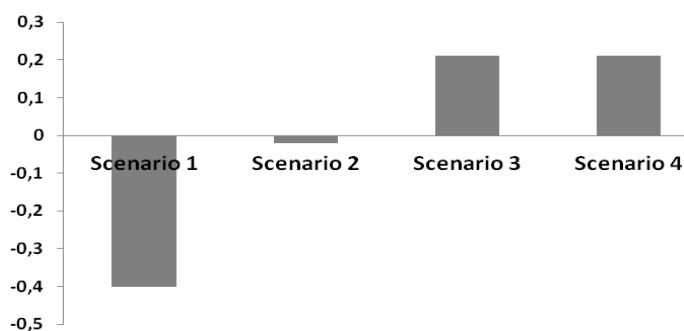


Figure 4.2 Ranking according to the original evaluation matrix of the Current situation postulate

4.3.2 Postulate: Communication tools

4.3.2.1 Sub-postulate: Negotiation table

NDif evaluation matrix (Table 4.4, figure 4.3)

In this matrix, the criteria that are likely to be changed (ScPa03 and ScVa06) received a new grade. For example, the ScPa03 criterion (significant places) is graded 0 in scenario 4 because no communication tool would be used to discuss about the issues of this criterion.

Similarly, the same criterion is rated 4 in scenarios 2 and 3 since those scenarios are designed in a participatory manner and using communication tools.

Table 4.4 Evaluation matrix with different grades for the Communication tools
– Negotiation table postulates

	CRITERIA												
	ScSS01	ScSS02	ScPa03	ScPa04	ScPa05	ScVa06	ScNA07	EcCo08	EcCo09	EcCo10	EcRe11	EnPh12	EnBi13
Scenario 1	158	150	1	2	2	1	159	139,5	329	160	98,4	80	60
Scenario 2	0	78	4	3	3	4	84	87	175	78	51,2	0	20
Scenario 3	0	78	4	3	3	4	108	144	175	106	102,4	0	20
Scenario 4	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0

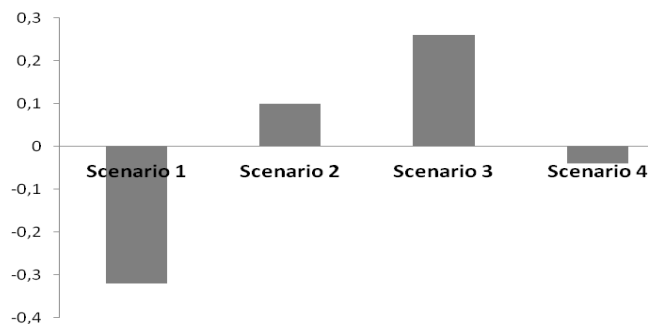


Figure 4.3 Ranking of scenarios using the Ndif evaluation

Evaluation matrix Nmax (Table 4.5, figure 4.4)

In this matrix, the criteria that are likely to change (ScPa03 et ScVa06) received the highest possible rating, 4, indicating that in all cases, we maximized the use of communication tools to discuss issues about values, needs and significant places for people.

Table 4.5 Evaluation matrix Maximum grade of the Communication tools – Negotiation table postulate

	CRITERIA												
	ScSS01	ScSS02	ScPa03	ScPa04	ScPa05	ScVa06	ScNA07	EcCo08	EcCo09	EcCo10	EcRe11	EnPh12	EnBi13
Scenario 1	158	150	4	2	2	4	159	139,5	329	160	98,4	80	460
Scenario 2	0	78	4	3	3	4	84	87	175	78	51,2	0	220
Scenario 3	0	78	4	3	3	4	108	144	175	106	102,4	0	220
Scenario 4	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0

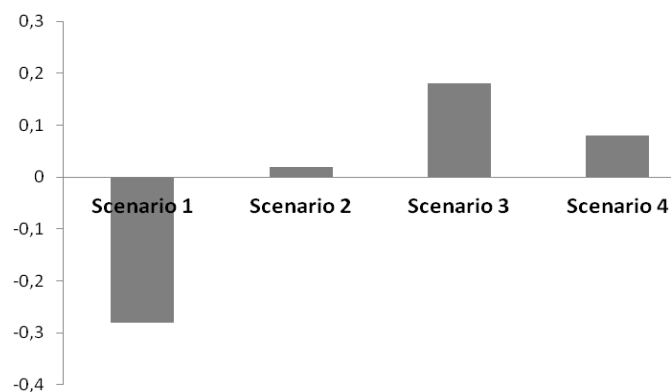


Figure 4.4 Ranking of scenarios from Maximum grade evaluation matrix of the Communication tools – Negotiation postulate

NPro evaluation matrix

The criteria that are likely to change are ScPa03 and ScVa06. In this case, proportional values are added to each of the chosen criteria in the NOri evaluation matrix. For this proportional grade, change is also proportional and the ranking obtained is equal to that of the NOri matrix (therefore there is no need to illustrate the results for this evaluation matrix). In this case, the PROMETHEE method already gives the answer and there is no longer a need to make systematic evaluations. This is because, in this case of the ordinary function used for these criteria, the performance differences between the scenarios remain the same.

4.3.3 Postulate: Type of ownership of wind farm

4.3.3.1 Sub-postulate: Public-private partnership

NMax-NPro (combined) evaluation matrix (Table 4.6, figure 4.5)

To analyze the *Type of ownership of wind farm* postulate, in addition to the ScPa03 and ScVa06 criteria, it is also necessary to consider the ScPa05, EcCo08, EcCo10 and EcRe11 criteria. The latter three are respectively related to benefits and local and regional employment. In the postulate matrix, the ScPa03 and ScVa06 criteria receive a score of 4 to indicate a maximum benefit, as in the previous postulate. The ScPa05 criterion also receives the maximum grade since the future of the landscape is taken into account in the best possible way in every scenario. Compared with the NOri matrix, in the NMax-NPro matrix, the grades of the benefits and employment criteria are given a proportional increase to take into account the results of potential negotiations between the municipality and its private partner. Although other percentage increases could have been considered, we arbitrarily chose 10% to illustrate the case.

Table 4.6 Combined evaluation matrix for the grading of the postulate *Type of ownership of wind farm – Public – private partnership*

	CRITERIA												
	ScSS01	ScSS02	ScPa03	ScPa04	ScPa05	ScVa06	ScNA07	EcCo08	EcCo09	EcCo10	EcRe11	EnPh12	EnBi13
Scenario 1	158	150	4	2	4	4	159	153,45	329	176,0	108,24	80	460
Scenario 2	0	78	4	3	4	4	84	95,70	175	85,8	56,32	0	220
Scenario 3	0	78	4	3	4	4	108	158,40	175	116,6	112,64	0	220
Scenario 4	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0

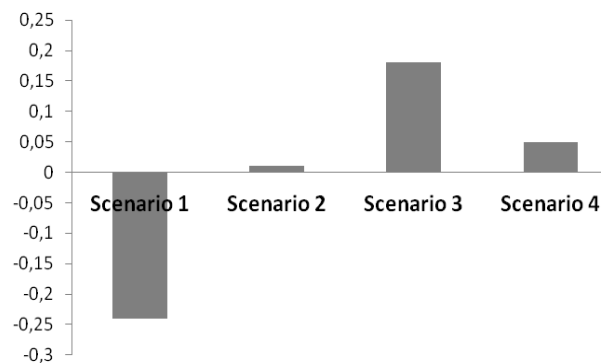


Figure 4.5 Ranking of scenarios using the combined Nmax-Npro evaluation matrix of the Type of ownership of wind farm-Public-private partnership postulate

4.4 Discussion

4.4.1 Criteria

4.4.1.1 Communication tools postulate

Situation in which criteria receive different grades, NDif matrix

Several assessments of this matrix were made by changing the grades of criteria ScPa03 and ScVa06, by assuming that the grades of scenarios 2 and 3 (participatory wind farm) were always more advantageous (grade equal to 4) than that of scenario 1 (promoter wind farm, grade equal to 1), by assigning to scenario 4 (no wind farm construction, grade

equal to 0) the worst grade, that of not using any communication. During these evaluations, in all cases, although the net flux values varied, the ranking results were the same: scenario 3 (build the wind farm, participatory wind farm) represented the best option. It can be noted that the use of communication tools contributes to the implementation of wind farm.

Situation in which the criteria receive the same grade, NMax matrix

All the criteria that are likely to be changed (ScPa03 and ScVa06) receive the same maximum grade, which is defined in a previously constructed scale (see Vazquez et al. 2013b). Here, this grade shows that significant community spaces, as well as the need to communicate and be heard, are taken into consideration, without differences in each of the four scenarios. We can see that the ranking of the scenarios shows that the improved grades of the social criteria favor the implementation of a wind farm, i.e. the construction of a participatory wind farm rather than no construction.

Moreover, if we modify this matrix by excluding the criteria that are likely to change, the new ranking obtained will be the same as the one obtained when these criteria are included: therefore, these criteria do not change the result, because they are all equally effective. This result is due to the fact that the concerns expressed by the stakeholders are taken into account. These criteria that do not have an impact on the scenario rankings obtained with the PROMETHEE methodology are therefore considered to be non-discriminating. Thus, in our example, we note that the maximum grade makes it possible to evaluate what happens if the constraints related to the *Significant places* and *Taking into account the population's needs and values* criteria are removed:

- When selecting the site where the wind turbines are to be installed, it is no longer necessary to consider this postulate because this issue has already been resolved. As a result, the original definition problem has changed and it is not longer necessary to answer the question of the use of communication tools to analyze the criteria that are likely to be changed.
- The highest ranked scenario is the participatory construction of a wind farm.

Situation in which the criteria receive a grade that implies a proportional improvement, NPro Matrix

The ranking of the scenarios remains the same: the new matrix does not provide any new information.

4.4.1.2 Type of ownership of the wind farm postulate

Situation in which the criteria receive a combined grade, NMax-NPro matrix

Here again, the ranking obtained shows that the improved grades of the social criteria support the implementation of the wind farm: scenario 3 (participatory construction wind farm) represents the best option, while in the original matrix, the construction and the non construction of the wind farm received the same grade. The final grade obtained (net flow) is a combination of maximum grades (value equal to 4) for the Usual function and of proportional grades, through an increase of 10% for the V-Shape functions.

4.4.2 Flow results

4.4.2.1 Net flow between the rankings of the NOri and NMax matrices

If we eliminate from the evaluation matrices the criteria that have received the maximum grade, the ranking of two matrices will be equal (flow: -0.28, 0.02, 0.18 and 0.08), and this is the case for the *Communication tools* postulate and its *Negotiation table* sub-postulate as well as for the *Current situation* postulate, since both matrices will be the same.

In addition, in the evaluation of the NOri matrix of the *Current situation* postulate, if we remove the non significant criteria identified in NMax matrix, the original ranking (flow: -0.40, -0.02, 0.21 and 0.21) changes and the grades of one of the wind farm construction options (scenario 3, participatory wind farm, flow = 0.18) and of the no construction option (scenario 4, flow = 0.08) are no longer equal. Indeed, a construction option, the one of the participatory scenario, is clearly preferred and becomes, according to the calculations, the best option. We note that:

- Based on the flow results, to address strategic issues upstream of the decision-making process in a wind farm promotes its execution: flow equal to 0.18 for the construction (scenario 3) compared with a flow of 0.08 with no construction (scenario 4). The *Significant places* and *Population's needs and values* criteria analyzed here are related to access to land rights that people had before the existence of the wind farm. For example, interim control regulations could have resolved these problems. If these issues are not addressed early on the decision process, they reappear in the construction stage of a given project (Côté 2011).

- So, no answer is given to these questions, we are faced with a negotiation: in the NOri evaluation matrix the resulting flows are equal to 0.21 for both the construction (scenario 3) and the no construction (scenario 4) options. This will require the identification of criteria to be negotiated and, in our case, these would be non discriminatory criteria identified for the *Communication tools* postulate.

- If there is no answer to the strategic questions upstream of the decision-making process and if we remove from the NOri matrix (*Current situation* postulate) the criteria ScPa03 (Significant places) and ScVa06 (taking into account the population's values and needs) the ranking changes and the construction of the wind farm is inaccurately identified as the best option (flow = 0.18). However, this will not identify the improvements that address the concerns of the population, due to the loss of one of the advantages of the MCDA, that of the negotiation process.

This shows that if the strategic question of the communications tools comes back to the negotiation table, the use of such tools would further encourage the implementation of the wind farm.

4.4.2.2 Net flow between the NOri and NMax-NPro matrix rankings

As noted earlier, the proportional changes made to the criteria belonging to *Usual* function do not change the result, unlike those made on the V-Shape functions in which a 10% increase changes the proportion of the performance difference between the scenarios (actions). This change in the differences affects the linear *V-Shape* function, and produces different net flows in the NOri (-0.40, -0.02, 0.21 and 0.21) and NMax – NPro (-0.24, 0.01, 0.18 and 0.05) matrices.

4.4.2.3 Net flow between the NDif and NMax matrix rankings (Communication tools postulate)

First, it is necessary to consider that scenarios 2 and 3 already had the best grade (4) in both matrices: since the beginning, these scenarios involved a communication process. As for scenarios 1 and 4 of the NDif matrix, we consider that this communication process did not exist or was incomplete. This is why we need to understand the new grade (4) of scenario 1 of the NMax matrix as the result of a promotion of discussions on the proposed initial wind farm proposal, while the new grade (4) of scenario 4 of the same matrix represents the increased discussion on the issues related to the non construction of the wind farm.

We then target the discussions on the conflicting elements, i.e. the best and worst options and on whether or not the construction wind farm is carried out. In both these matrices, scenario 3 is the best option while scenario 1 is the worst.

Scenario 3 represents the possibility of going forward with the construction of the wind farm (participatory wind farm) and scenario 4, no construction of the wind farm. The NDif matrix rankings (see Table 4.4) indicate a greater difference between the best and the worst options (interval difference between -0.32 and 0.26 = |58|), compared with that of the NMax matrix (see Table 4.5) (interval difference between -0.28 and 0.18 = |46|). In addition, there is a greater difference between the construction (scenario 3) and the non construction of the wind farm (scenario 4) of the NDif matrix (interval difference between 0.26 and -0.04 = |30|) compared to the NMax matrix (interval difference between 0.18 and 0.08 = |10|). These two differences are therefore greatest in the “unimproved” NDif matrix.

On the one hand, the reduction in the difference between the best and the worst options of the NMax matrix (|46|) is explained by the fact that the grades of the two likely criteria (ScPa03 and ScVa06) of scenario 1 (worst option) were improved, although in scenario 3 (best option) the grades of these same criteria did not change. On the other hand, the reduction of the difference (|10| for NMax) between the construction (scenario 3) and the non construction (scenario 4) options of the wind farm can be explained by fact that the grades of those likely criteria improved for scenario 4 in the NMax matrix, while the grade for scenario 3 remained the same. These grade changes for some of the criteria of some scenarios cause a

net flow redistribution: the scenarios that improved their grades earn points (+0.04 and +0.12 for scenarios 1 and 4, respectively) while those who do not undergo any change lose points (-0.08 and -0.08 for scenarios 2 and 3, respectively). These «won» or «lost» points (i.e. +0.16 [+0.04 and +0.12] and -0.16 [-0.08 and -0.08]) have no effect on the net flow of NMax matrix.

Despite losing points in the NMax matrix, scenario 3 continues to be ranked as the best option in both matrices. Therefore, in the NMax matrix, the worst option (scenario 1) and the no construction option (scenario 4) improved their net flows, causing a decrease in their differences between the best and the worst option and between the construction or no construction scenarios ($|58|$ vs. $|46|$ and $|30|$ vs. $|10|$). In this way, communication, which is at the base of the postulate analyzed above, was used to improve the wind farm (scenarios), while maintaining scenario 3 as the best option.

4.4.2.4 Net flow between the NMax and NMax-NPro matrix rankings.

Once again, we focus the discussion on the conflicting elements (best and worst option / construction of the wind farm or no construction), this time by modifying social and economic criteria since this is a requirement of the *Type of ownership of wind farm* postulate. In this case, the interval difference between the best and worst options (interval difference -0.28 and 0.18 = $|46|$) of the NMax matrix (see Tab. 8.5) is equal to that of the NMax-NPro matrix (see Tab. 8.6) (interval difference -0.24 and 0.18 = $|42|$). The best option continues to be scenario 3 and the worst, scenario 1. The difference between building the wind farm (scenario 3, participatory wind farm) and not building it (scenario 4) in NMax matrix (interval difference 0.18 and 0.08 = $|10|$) is lower than that of the NMax-NPro matrix (interval difference 0.18 and 0.05 = $|13|$). We note here, for the NMax-NPro matrix, that there is a decrease in the difference of deviation between the best and the worst option ($|46|$ and $|42|$), and at the same time there is an increase in the difference of deviation between building and not building the wind farm ($|10|$ and $|13|$).

In the redistribution of the total flows of this example, scenario 3 is unchanged and retains a flow equal to 0.18. The three remaining scenarios undergo changes with either an increased or decreased flow. This explains the increase or the reduction of the difference

shown above. In the NMax-NPro matrix, the scenarios whose grades for the likely criteria have improved the most get points (+0.04 for scenario 1) while the scenarios that keeps the same grades as those of the NMax matrix loses points (-0.01 for scenario 2 and -0.03 for scenario 4).

Just like in the previous case, the points that are “won” or “lost” (i.e. +0.04, -0.01 and -0.03) have no effect on the net flow of the NMax-NPro matrix. Scenario 3 continues to be ranked as the best option. Especially in the NMax-NPro matrix, the improvement of the net flow of the worst option (scenario 1) (+0.04) is greater than that of the best option (0). This explains the decrease in the difference between these two options (|46| and |42|) of the two matrices analyzed here. The no construction scenario has a reduced net flow because it does not contribute anything to the job creation and local financial benefits criteria, while the construction of the wind farm does improve the results of these criteria. The grades of the other three scenarios are increased by 10%. This is why the difference between the scenarios “construction and no construction of the wind farm is greater in the NMax-Npro matrix (|13|) than in the NMax matrix (|10|), a result that supports even more the possibility of building the park.

4.5 The redefinition of the problem: *Taxation and royalties postulate*

No robustness analysis of the Taxation and royalties postulate was done because it has a reduced number of likely criteria. This is why this postulate was chosen as an example for discussion on the redefinition of the problem. This postulate has been exclusively designed to highlight the current benefit distribution landscape of wind farms. It is not an analysis of the effects of increased taxation or royalties of wind farms here in Quebec or elsewhere (i.e. en France). Neither is it intended as a proposal. It is simply designed to logically structure concerns expressed by stakeholders in order to respond to the strategic question regarding the redistribution and sharing formulas of revenues generated by wind farms.

If we consider that these formulas are based on a regulatory framework, setting a tax could be considered as an option. If such a tax existed in Quebec, and depending on the concerns expressed by the stakeholders, the sharing of benefits could be done according to one of the following five formulas:

- Municipal property tax
- Municipal property tax and municipal royalties
- Municipal property tax and direct royalties for the land owners
- Municipal property tax, municipal royalties and direct royalties to the land owners
- Municipal property tax, municipal royalties, direct royalties for the land owners and royalties for citizens living within a given distance of turbines.

Although these sharing formulas structure and represent the stakeholders' concerns, they are not the only possible formulas. To identify them, new analyses would be required in which other factors such as the maximum amount of community benefits would be defined by the wind farm promoter. Such an amount could be based on a cost-benefit study. Other considerations could include a special tax regime for wind farm developers. Such a tax regime would need to take into account its impacts on the local benefits and the actual conditions required for it to really produce benefits for the community.

4.6 Conclusion

Firstly, the comparison between the *Current situation* with *Communication tools* or *Type of ownership of the wind farm*, made it possible to identify objective rules based on changes in the ranking of scenarios. This change was verified through a robustness analysis using evaluation matrices containing different, maximum and proportional values with respect to the values of the original matrix. Nevertheless, this analysis always involves a subjective aspect. This subjectivity comes from the values of the qualitative scale of some of the criteria indicators that were used to build the new evaluation matrices.

The observed relationships between the results of the different postulate matrices lead to the following rules (also represented in the diagram below, see Fig. 4.6):

- 1) Same criteria and same evaluation matrix: nothing changes (it is not necessary to redefine the problem) (NOri Matrix).
- 2) Same criteria and a matrix with proportional improvements (constant change): the ranking will be the same (a proportional improvement of the criteria grades does not affect the ranking) (NPro matrix).

3) Same criteria and a matrix with maximum improvements: the ranking changes: All criteria receive a maximum improvement that becomes non discriminatory. These criteria can then be removed from the evaluation matrix because their improvement eliminates a constraint (strategic concern). By removing the constraint, the problem definition changes: this postulate and negotiations on these concerns are no longer needed because the problem has changed (NMax matrix).

4) Same criteria and a matrix with different grades (a different grade and a combined grade): this implies a possible ranking change and a negotiation to improve disadvantaged criteria. (NDif and NMax-NPro matrices).

5) Different criteria. In this case, there is another problem, another evaluation matrix and the whole MCDA process has to be started over again.

Secondly, to achieve this robustness analysis, three evaluation matrices were built. However, several others could have been designed as, for example, the 24 listed in Tab. 4.1. The number of matrices could have increased because it would have been necessary to add matrices with different, maximum and proportional grades, which would have multiplied the total number of matrices. This is why, to quickly carry out a robustness analysis on a large number of matrices reflecting several strategic postulates, it is necessary to use automation in the corresponding module of the software.

Thirdly, the robustness analysis results made it possible to identify, in a conflict situation, opportunities to remove obstacles to wind farm because:

- Communication is a tool that can be used to improve wind farm projects.
- Taking into account both social and economic criteria, in conjunction with the use of communication tools and the type of ownership of the wind farm, favours the construction of a wind farm.

Finally, as noted earlier, the strategic postulates were developed in 2011, by structuring the concerns expressed in public documents submitted to the BAPE in 2005. This was done on the basis that there are concerns not only about where the turbines will be located but also about the strategic planning of wind farm. The design of such postulates must adequately reflect the issue because it can bring to light several possibilities that could warrant an analysis. The design of such postulates is still relevant today because, for some stakeholders, strategic concerns continue to be at the center of public debate, as shown in the last public report of the BAPE¹⁶ related to a wind farm.

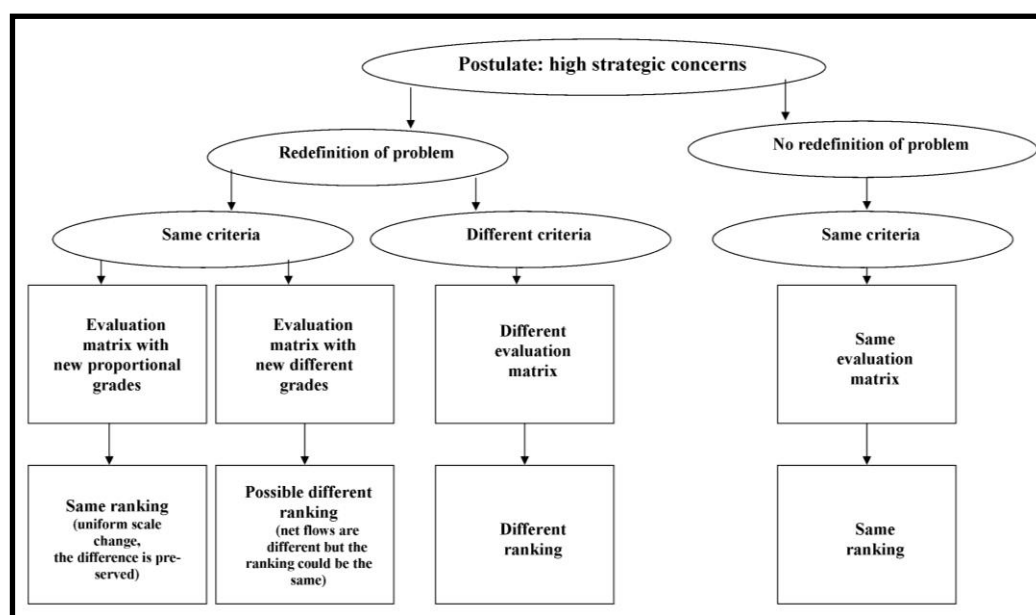


Figure 4.6 Rules followed for the changes in the scenario rankings

Acknowledgments We acknowledge the financial support of the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) and the Wind Energy Research Laboratory of the Université du Québec à Rimouski for this work.

¹⁶ Public Hearing Report 288, July 2012 [online]

Available at <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape288.pdf>
(Accessed October 2nd, 2012)

4.7 References

Aloulou MA, Kalai R, Vanderpooten C (2005) *Une nouvelle approche de robustesse: α – robustesse lexicographique*. EWG-MCDA. Série 3, n° 11, Autumn. Presses internationales Polytechnique. Montreal

André P, Delisle C, Revéret JP (2003) *L'évaluation des impacts sur l'environnement : processus, acteurs et pratique pour un développement durable*. Presses internationales Polytechnique. Montréal

Baburoglu ON, Garr MA (1993) *Search Conference Methodology for Practitioners, an introduction*. Dans *Discovering Common Ground. How Future Search Conferences Bring People Together to Achieve Breakthrough Innovation, empowerment, Shared Vision, and Collaborative Action*, sous la direction de Marvin R. Weisbord. Berrett-Koehler Publishers. San Francisco

Brans JP, Mareschal B (2002) *PROMETHÉE-GAIA. Une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples*. Éditions de l'Université de Bruxelles

Buuren J.C.L. van and Hendriksen A (2010) 'A Learning and Decision Methodology for Drainage and Sanitation Improvement in Developing Cities'. Dans *Social Perspectives on the Sanitation Challenge*, sous la direction de Vliet, B., Spaargaren, G. et Oosterveer, P. Dordrecht, Springer Verlag, 2010. New York

Corsair HJ, Bassman J et al. (2009) Multicriteria Decision Analysis of Stream Restoration: Potential and Examples. *Group Decision and Negotiation* 18(4). Springer Science Business Media

Côté G (2011) 'Le processus fédéral d'évaluation environnementale et les projets d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent'. Paper presented at the *Forum inter-provincial sur l'exploration et exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent: préoccupations des communautés côtières*. Îles-de-la-Madeleine, Quebec, Canada

Chakhar S, Martel JM (2003) Enhancing Geographical Information Systems Capabilities with Multi-Criteria Evaluation Functions. *Journal of geographic Information and Decision Analysis* 7(2):47-71

Chakhar S, Martel JM (2004) Towards a Spatial Decision Support System: Multi-Criteria Evaluation Functions Inside Geographical Information Systems. *Annales du LAMSADE* No. 2

Failing L, Gregory R et al (2007) Integrating science and local knowledge in environmental risk management: A decision-focused approach. *Ecological Economics* 64(1): 47-60

Figueira J, Greco S, Ehrgott M (2005) Introduction to Multiple Criteria Decision Analysis: State of the art Surveys, Springer Science + Business Media, Inc., United States of America.

Joliveau T (2006) Le rôle des systèmes d'information géographique (SIG) dans la planification territoriale participative". Dans *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire. Méthodes et outils*, sous la direction de Graillot D, Waaub JP LAVOISIER.

Kain JH, Söderberg H (2008) Management of complex knowledge in planning for sustainable development: The use of multi-criteria decision aids. *Environmental Impact Assessment Review* 28(1): 7-21

Laaribi A, Chevallier JJ, Martel JM (1996) A spatial decision aid: a multicriterion evaluation approach. *Comput., Environ. And Urban Systems*, 20(6):351-366

Larrue C (2000) Analyser les politiques publiques d'environnement. L'Harmattan

Longley PA, Goodchild M, Maguire DJ, Rhind D (2011) *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley&Sons, Inc. New York

Lovett A, Appleton K (2008) *GIS for Environmental Decision-Making*. CRC Press. Taylor & Francis Group

Malczewski J (1999) *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Son, Inc. New York.

Nobre A. et al (2009) Geo-spatial multi-criteria analysis for wave energy conversion system deployment. *Renewable Energy* 34: 97-111

Prades JS, Loulou R, Waaub JP (1998) Stratégies de gestion des gaz à effet de serre. Le cas des transports urbains. Presses de l'Université du Québec

Roy B (2002) Robustesse de quoi et vis-à-vis de quoi mais aussi robustesse pourquoi en aide à la décision? Université Paris-Dauphine. EWG-MCDA Newsletter, Autumn

Roy B (2007) La robustesse en recherche opérationnelle et aide à la décision: Une préoccupation multi facettes. In Roy et al (Eds.) *Robustness in OR-DA*. Annales du LAMSADE no 7

Roy B, Bouyssou D (1993) Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas. Collection Gestion. Paris

Vazquez M de L, Waaub JP and Ilinca A (2013a) « Coupling MCDA and GIS in a Decision Making Process for Wind Farm Projects Analysis –TIMED Approach. » *International Journal of Geomatics and Spatial Analysis*, VOL 23/1 - 2013 - pp.95-123 -24. doi:10.3166/rig.23.95-123. Lavoisier.

Vazquez M de L, Waaub JP and Ilinca A (2013b) « Territorial Intelligence Modeling for Energy Development (TIMED) – A case Study for the Baie-des-Sables (Canada) Wind Farm. ». *International Journal of Multicriteria Decision Making*, Vol. 3, Nos. 2/3, pp. 236-255. InderScience Publishers.

Vincke P (1999) Robust Solutions and Methods in Decision-Aid. *J. Multi-Crit. Decis. Anal.* 8: 181–187

CHAPITRE V

IDENTIFIER LES FACTEURS DE RÉUSSITE D'UNE DÉCISION PARTICIPATIVE PAR L'APPROCHE DEMIT : UNE ANALYSE FFOC

Maria de L Vazquez¹⁷, Jean-Philippe Waaub¹⁸, Adrian Ilinca¹⁹

Résumé: L'approche Développement énergétique par modélisation et intelligence territoriale (DEMIT) a été développée pour répondre à un enjeu social : celui de la demande de transparence et de l'implication lors de la prise de décision au sujet d'un parc éolien au Québec, Canada. Pour ce faire, DEMIT couple deux méthodes : l'aide multicritère à la décision (AMCD) et les systèmes d'information géographiques (SIG) participatifs.

Après le développement du cadre théorique de DEMIT, nous avons testé l'approche à l'aide d'une étude de cas. La réussite de la prise de décision participative est conditionnelle à la construction de quatre espaces : physique, intellectuel, émotionnel et procédural. Nous démontrons dans cet article par une analyse FFOC (*forces, faiblesses, opportunités, et contraintes*) (en anglais l'acronyme SWOT est utilisé: *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) que le bilan forces-faiblesses et opportunités-contraintes de DEMIT est positif et que ces forces deviennent les vecteurs d'une décision participative. Ceci est réalisé par l'interaction accrue entre les connaissances scientifiques et locales, et par la reconnaissance de l'importance des systèmes de valeurs dans l'analyse socioéconomique, culturelle, et environnementale des enjeux d'un projet.

¹⁷ M. de L. Vazquez (✉)

Doctorante en sciences de l'environnement, Laboratoire de recherche en énergie éolienne, Université du Québec à Rimouski (UQAR). 300, allée des Ursulines, Rimouski, G5L 3A1, Qc, Canada
courriel: vazquez_rascon.maria_de_lourdes@courrier.uqam.ca

¹⁸ Ph.D., Professeur, département de géographie, Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional, Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions. Université du Québec à Montréal (UQAM), Case postale 8888, succursale Centre-ville, Montréal, H3C 3P8, Qc, Canada
courriel: waaub.jean-philippe@uqam.ca

¹⁹ Ph.D. Professeur, département de mathématiques, informatique et génie, Laboratoire de recherche en énergie éolienne, Université du Québec à Rimouski (UQAR) 300, allée des Ursulines, Rimouski, G5L 3A1, Qc, Canada
courriel: adrian_ilinca@UQAR.QC.CA

5.1 Introduction

Le but de cet article est de vérifier dans quelle mesure l'utilisation de l'approche DEMIT réunit les conditions physiques, intellectuelles, émotionnelles et procédurales nécessaires à une prise de décision participative et transparente.

5.1.1 L'approche DEMIT

L'approche DEMIT a été développée pour favoriser la transparence et l'implication dans la prise de décision relative à la réalisation de parcs éoliens au Québec, Canada. DEMIT combine deux méthodes participatives, soit l'*aide multicritère à la décision* (AMCD) et les *systèmes d'information géographiques* (SIG). L'outil permettant l'élaboration des scénarios de projets et leur classification est basé sur l'utilisation de quatre modules : AMCD, SIG, *Connaissances scientifiques-connaissances locales* (CS-CL) et *Implication contributive des acteurs* (ICA).

Le développement de cette approche a été réalisé en trois étapes :

1. L'établissement du cadre théorique de l'approche DEMIT (voir Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013a).
2. L'application de DEMIT à une étude de cas, un exercice d'évaluation environnementale stratégique ex post du parc éolien de Baie-des-Sables, Québec, Canada (voir Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013b).
3. Une analyse de robustesse de DEMIT pour identifier des règles objectives dans la classification des différentes options du projet (voir Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013c).

DEMIT a ainsi été conçue comme un outil de prise de décision participative et transparente dans un contexte où les acteurs impliqués dans le développement des parcs éoliens ont souvent des positions différentes. La participation mise en œuvre par l'approche DEMIT est de type différentielle (Wotto et Waaub, 2003; Wotto, 2005). Selon ces auteurs, il s'agit d'une participation à deux niveaux mettant tout d'abord à contribution une participation sociétale restreinte, et élargissant ensuite le champ de la participation à une audience plus large selon un mode consultatif. DEMIT détaille le volet contributif de la

participation sociétale restreinte (Vazquez, Waaub, Ilinca 2013 a et b) pour laquelle la sélection des parties prenantes est effectuée selon quatre catégories représentant le système des acteurs (secteur privé, secteur public, société civile, experts) (Prades, Loulou, Waaub, 1998 dans Vazquez, Waaub, Ilinca, 2013 a et b).

5.1.2 La construction de quatre espaces garants de la transparence et de la participation

De nombreux dispositifs permettent la participation citoyenne selon un spectre étendu de modes de représentation. Mentionnons notamment les référendums (ensemble des citoyens), les jurys de citoyens (échantillon représentatif), les audiences publiques (parties prenantes intéressées), les budgets participatifs (citoyens intéressés), les tables de concertation (représentation sociétale), etc. (Abelson et *al.*, 2001; Arnstein 2004; Polère 2007 ; Lerner et Secondo, 2012; Sintomer et *al.*, 2012). Dans ces types de participation, et *a fortiori* en ce qui a trait à la participation mise en œuvre selon l'approche DEMIT, l'établissement de points communs est essentiel à la réussite de l'engagement communautaire. Une des principales stratégies pour ce faire est la création de trois espaces : physique, intellectuel et émotionnel (Delaney, 2010). La création de l'espace procédural est aussi indispensable puisqu'il est une caractéristique principale des modèles de participation citoyenne (Sintomer et *al.*, 2012).

5.1.3 L'espace physique

Dans la pratique, la création d'un espace physique, neutre et sécuritaire, constitue un atout pour parvenir à la conclusion d'accords entre les parties (Lerner et Secondo, 2012). Ainsi, l'espace physique devient une condition pour réaliser des séances de travail dans des conditions adéquates (superficie, accessibilité, mobilier, etc.).

5.1.4 Les espaces intellectuel et émotionnel

Lors de séances de participation publique, il faut aménager des mécanismes d'échanges « face-à-face » permettant le débat et la libre expression d'idées pouvant amener à une prise de décision (Avritzer, 2002). Dans cet espace « face-à-face », a lieu l'identification de l'information nécessaire à l'analyse de la proposition en débat et de ses

alternatives possibles, information reliée à des faits concrets obéissant à une réalité concrète. De ce fait, l'espace intellectuel a un caractère objectif (Stanfield, 2000).

Par ailleurs, dans le débat, l'échange d'informations portant sur une réalité extérieure et objective interpelle également le système de valeurs des acteurs en présence, suscitant de leur part une réponse interne (c.-à-d. association d'images et/ou d'émotions) (Stanfield, 2000) qui agit sur l'espace émotionnel. Cet espace émotionnel est aussi lié au contexte d'interprétation des interrelations psychosociales entre les acteurs participants au processus.

Ainsi, DEMIT propose différentes étapes de participation contributive selon un mécanisme d'interactions fonctionnant en deux temps. Dans un premier temps, les informations prennent la forme d'une base de données construite de façon participative avec l'aide d'une équipe de soutien accompagnant les acteurs. Dans un deuxième temps, ces informations objectives (base cognitive) sont interprétées par le groupe qui les a créées, pour arriver à une décision partagée (ex. : conception de différentes alternatives d'une même proposition). Le processus de participation mobilise donc, à chaque étape, des informations communes et partagées, leur interprétation et une prise de décision (Rehm et *al.*, 1992). Il y a ainsi des interactions entre les espaces intellectuels et émotionnels. C'est pourquoi, dans la grille (Tableau 5.1 ci-dessous), une ligne pointillée (et non pas continue) sépare ces deux espaces, lesquels sont, d'ailleurs, interreliés par une flèche à double pointe.

5.1.5 L'espace procédural

L'établissement d'une procédure est indispensable pour arriver à une prise de décision (Sintomer et *al.*, 2012). Cette procédure est définie par des étapes à suivre pour une prise de décision participative. En ce qui concerne DEMIT, il s'agit par exemple de l'identification du problème, la construction de critères et indicateurs, la construction des alternatives, etc.. De plus, dans cette procédure, il faut considérer l'existence d'un certain cadre réglementaire qui pourrait avoir une incidence sur elle (exemple relatif à DEMIT: règlement de contrôle intérimaire) et tenir compte des conditions particulières auxquelles une étape pourrait être assujettie (exemple relatif à DEMIT: manque de participation des acteurs, information confidentielle, etc.).

5.2 Méthodologie

5.2.1 L'analyse FFOC appliquée à DEMIT

Dans ce texte, nous utilisons l'acronyme FFOC (*forces, faiblesses, opportunités, et contraintes*) (en anglais l'acronyme SWOT est utilisé: *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*). Les termes « menaces » ou « risques » sont utilisés pour traduire « Threats » surtout quand ce type d'analyse est appliqué à la réalisation de la mission ou à l'atteinte des objectifs d'une organisation. Ainsi, selon plusieurs auteurs (Görener et *al.*, 2012; Gao et Peng, 2011; Kurttila et *al.*, 2000; Kajanus et *al.*, 2012; Markovska et *al.*, 2009; Nikolaou et Evangelinos, 2010), cette analyse permet de repérer les forces et les faiblesses reliées au contexte interne d'une compagnie, d'une industrie, ou d'une organisation, et les opportunités et les menaces reliées à son contexte externe (ex. : le marché, les lois, la politique, etc.). Comme nous appliquons cette analyse à une approche d'aide à la décision, nous utiliserons le terme « contraintes » qui nous semble plus approprié pour décrire des facteurs externes à cette approche et qui constitueraient des obstacles à lever pour considérer que la prise de décision qui en résulte, est effectivement participative et transparente. Les articles scientifiques utilisant cette analyse se dénombrent par milliers et se classent dans tous les domaines (ex. : la planification municipale, le milieu industriel, le développement durable, le secteur minier, la gestion des ressources, la planification énergétique, la gestion des déchets solides municipaux, etc. ; voir les citations précédentes). L'analyse FFOC vise à établir des stratégies pour maximiser les forces, minimiser les faiblesses, exploiter les opportunités et réduire les contraintes ou menaces de la situation analysée (Dyson, 2004; Srivastava et *al.*, 2005; Risse, 2004). Il s'agit d'une analyse qui sert généralement à la planification, du fait qu'elle permet de définir la stratégie à suivre selon la relation existante entre les facteurs internes et externes d'un plan, tout en portant attention aux objectifs des décideurs (Kajanus et *al.*, 2012). Même si l'analyse FFOC comporte une nature qualitative, des résultats basés sur les capacités et sur l'expertise des participants au processus, ainsi qu'une utilisation dans un stade précoce de planification, elle fournit une base pour formuler une stratégie réussie tout en repérant le nombre de facteurs intervenants (Kurttila et *al.*, 2000).

Depuis 1982, lors de l'analyse d'un processus de planification incluant une interdépendance complexe ou de nombreux critères, certains chercheurs ont couplé l'analyse

FFOC à d'autres méthodes comme façon de compenser un examen qualitatif incomplet et d'obtenir ainsi une valeur supplémentaire (Gao and Peng, 2011; Kurttila et *al.*, 2000). Ces méthodes peuvent être : AHP (Analytical Hierarchy Process), NUPI (Nonhomogeneous Uncertain Preference Information), MCDS (Multiple Criteria Decision Support) ou ANP (Analytic Network Process). Tout récemment, Jonathan Catron, (Catron et *al.*, 2013), fait la preuve de l'utilisation actuelle de l'analyse FFOC dans le domaine de l'énergie. Il est important de souligner que, si bien des chercheurs continuent de l'utiliser encore aujourd'hui (2013), Erhard K. Valentin, dans son article (Valentin, 2005), se montre contre son emploi.

Les grandes étapes de l'analyse FFOC sont : la détermination des conditions générales de l'analyse, la préparation des réunions, l'analyse des quatre facteurs, la mise en relation des facteurs, la synthèse de l'analyse et la production de graphiques pour mettre en évidence les principaux résultats de façon logique. Ces étapes seront suivies lors de l'analyse FFOC de l'approche DEMIT pour déterminer, de façon logique et rapide, dans quelle mesure DEMIT aboutit à son objectif de favoriser une prise de décision transparente et participative. Du fait qu'il ne s'agira pas d'une analyse complexe, elle comprend seulement quatre espaces et deux modules, cette analyse FFOC se fait sans la coupler à une autre méthode.

L'approche DEMIT a été conçue et testée pour proposer un processus décisionnel applicable au développement et à l'exploitation des énergies renouvelables et dont la légitimité est fondée sur la participation et la transparence. Pour que ces deux conditions soient remplies, il est nécessaire de construire les quatre espaces décrits ci-dessus. Ainsi, l'analyse FFOC de l'approche DEMIT permettra de vérifier si celle-ci réussit à bâtir les quatre espaces nécessaires à l'implication citoyenne, cette dernière étant une condition indispensable à la prise de décision participative. DEMIT comprend quatre modules (AMCD, SIG, CS-CL et ICA), dont deux (AMCD et SIG) sont des méthodes permettant une analyse multicritère. L'AMCD établit les étapes à suivre pour la prise de décision et les SIG appuient, au moyen de l'analyse de l'information géoréférencée, certaines de ces étapes. Le module CS-CL fournit l'information nécessaire à l'application des deux outils multicritères, tandis que le module ICA indique le moment et le type de participation des acteurs dans le processus participatif. De ce fait, les modules CS-CL et ICA sont interreliés et interagissent

avec les outils multicritères AMCD et SIG (voir Vazquez, Waab et Ilinca, 2013b, section 2.3 et section 2.4).

Ainsi, bien que l'analyse FFOC soit réalisée exclusivement sur les deux modules de décision multicritère (AMCD et SIG), les quatre modules proposés par DEMIT (AMCD, SIG, CS-CL et ICA) y sont inclus. L'analyse FFOC a donc deux unités d'analyse tout en abordant les quatre modules.

5.2.2 Conception de la grille d'analyse

La conception de la grille d'analyse FFOC est basée sur l'étude de cas réalisée pour tester l'approche DEMIT (voir Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013b). Cette grille répond aux questions spécifiques posées sur l'efficacité de cette approche pour une prise de décision participative et transparente.

La grille développée a une forme matricielle (Tableau 5.1). Elle comprend deux sections : une horizontale comportant les quatre espaces favorisant la prise de décision participative et transparente, l'autre verticale incluant les quatre facteurs de l'analyse FFOC : forces-faiblesses pour l'environnement interne, opportunités-contraintes pour l'environnement externe. Le module assujetti à l'analyse (soit SIG ou AMCD) ainsi que l'étape du processus sont indiqués, tels que décrits dans la section suivante. Les totaux des forces, faiblesses, opportunités et contraintes identifiées, sont calculés et servent à construire un tableau synthèse. Finalement, au bas de la grille, les besoins relatifs à la valorisation des forces et des opportunités et les défis relatifs aux faiblesses et aux contraintes qu'il faut surmonter, pour améliorer la construction des espaces garantissant une décision participative et transparente, sont indiqués.

5.2.2.1 Description des sections

Sur la section horizontale, constituée des axes, on trouve quatre espaces : les trois premiers correspondent aux aspects physique, intellectuel et émotionnel et appartiennent à une des approches éprouvées pour réussir à construire des points communs (Delaney, 2010); le quatrième et dernier espace fait quant à lui référence à la procédure nécessaire à l'établissement d'une approche participative (Sintomer et *al.*, 2012).

Sur la section verticale, on trouve les forces, les faiblesses, les opportunités et les contraintes, que nous appelons *facteurs*. Ceux-ci sont divisés en facteurs internes et externes, et serviront à évaluer la réussite (ou non) de la construction des axes (espaces). Les facteurs internes correspondent aux forces et faiblesses rencontrées à l'intérieur de l'application de l'approche DEMIT pour construire lesdits espaces (physique, intellectuel, émotionnel et procédural). Ces forces et faiblesses proviennent des conditions spécifiques auxquelles sont assujetties les acteurs participants (ex. : disponibilité, représentativité, etc.) et l'équipe de soutien spécialisée en aide multicritère à la décision (ex. : multidisciplinaire ou non, ressources disponibles, etc.). Les facteurs externes font référence aux conditions, opportunités et contraintes, que ni l'équipe de soutien spécialisée en AMCD, ni les acteurs participants ne peuvent contrôler (ex. : l'application d'une loi, l'information disponible, l'avancement des connaissances, etc.).

Tableau 5.1 Feuille de travail de la grille d'analyse FFOC appliquée à l'approche DEMIT

AXES FACTEURS		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE			
		ÉTAPE			
INTERNE	Forces				
	Faiblesses				
EXTERNE	Opportunités				
	Contraintes				
TOTAL					
BESOINS/DÉFIS					

5.2.3 Grilles d'analyse SIG et AMCD.

Une grille d'analyse a été conçue pour chacune des deux méthodes de décision multicritère : SIG et AMCD. La partie relative aux SIG comporte cinq étapes, tandis que celle concernant l'AMCD en compte 11. Les facteurs (forces-faiblesses, opportunités-contraintes) de chaque étape sont notés sur une feuille de travail spécifique à l'étape en question. Il y a donc un total de 16 feuilles de travail (voir annexe F). De plus, l'annexe G présente la liste détaillée des facteurs décelés contenus dans ces 16 feuilles de travail.

Les étapes correspondant au module SIG portent sur :

1. choix d'information géoréférencée;
2. le support informatique (ordinateur et logiciel);
3. obtention de données (numérisation et carte numérique);
4. la conception des scénarios; et
5. la conception des cartes.

Le logiciel supportant ce module a été ArcGIS, mais nous avons fait des remarques au sujet de gratuits de SIG (notamment SavGis).

Les étapes correspondant au module AMCD portent sur :

6. la définition du problème et l'identification des enjeux;
7. la structuration des enjeux;
8. le choix de la méthode d'évaluation;
9. le choix des critères;
10. la pondération des critères;
11. l'identification d'indicateurs;
12. le choix des échelles d'évaluation;
13. la construction de la matrice d'évaluation;
14. l'analyse des préférences;
15. l'analyse de la sensibilité et de la robustesse; et
16. l'étape de décision.

Le logiciel supportant ce module a été D-Sight, mais il existe des gratuits d'AMCD (notamment Visual Prométhée).

Chacune des étapes a été codifiée tel qu'indiqué au Tableau 5.2. Le code a été conçu à partir des trois premières lettres significatives de l'étape du module auquel elle appartient : SIG pour les systèmes d'information géographique, MC pour l'aide multicritère à la décision.

Tableau 5.2 Assignment des codes servant à la description de chacune des étapes

No.	Étape	CODE
1	Choix d'information géoréférencée	InfSIG1
2	Support informatique (ordinateur et logiciel)	SupSIG2
3	Obtention de données (numérisation et carte numérique)	DonSIG3
4	Conception des scénarios	SceSIG4
5	Conception des cartes	CarSIG5
6	Définition du problème et identification des enjeux	ProMC6
7	Structuration des enjeux	EnjMC7
8	Choix de la méthode d'évaluation	MetMC8
9	Choix des critères	CriMC9
10	Pondération des critères	PonMC10
11	Identification des indicateurs	IndMC11
12	Choix des échelles d'évaluation	EchMC12
13	Matrice d'évaluation	MatMC13
14	Analyse des préférences	PreMC14
15	Consolidation du jugement	JugMC15
16	Décision	DecMC16

5.2.4 Validation de l'analyse

Suite à la conception de la grille pour les deux modules SIG et AMCD, l'équipe de soutien spécialisée en AMCD a réalisé une première analyse FFOC. Celle-ci a été soumise à un groupe d'experts pour démarrer la discussion. Originellement, 130 facteurs ont été présentés au groupe d'experts. Via l'implémentation d'un groupe de discussion, les experts et l'équipe d'AMCD ont enrichi l'analyse préliminaire pour procéder à sa validation finale.

5.2.4.1 Implémentation d'un focus group

Un *focus group* (groupe de discussion) (Edmunds, 1999; Greenbaum, 1998) correspond à une approche qualitative dans laquelle les participants interagissent pour répondre à une question déterminée. Il est recommandé d'avoir de huit à dix participants, pour favoriser un bon échange d'idées ainsi que pour maintenir le bon déroulement des séances. La discussion dure de 90 à 120 minutes. En plus des réunions face-à-face, il existe aussi d'autres mécanismes pour réaliser la discussion (ex. : téléphone).

Nous avons mis en place un groupe de discussion pour valider l'analyse FFOC de chaque module multicritère, SIG et AMCD. Huit experts, divisés en deux groupes (4 pour le SIG et 4 pour l'AMCD) ont interagi pour répondre à la question principale sur la pertinence et l'enrichissement des forces-faiblesses-opportunités-contraintes décrites sur les 16 feuilles de travail de la grille d'analyse.

Dans un premier temps, nous avons identifié les éventuels experts participants. Les critères de sélection ont été : emplacement géographique (centre-ville), nature de l'expertise et interdisciplinarité. Ensuite, chaque expert identifié a reçu une invitation à participer dans laquelle l'objectif de l'exercice était expliqué : la validation d'une analyse FFOC d'une étude de cas réalisée pour tester l'approche DEMIT. Suite à l'acceptation de l'invitation et au consentement à participer tout en ayant la garantie de l'anonymat des résultats (protocole éthique), les équipes de discussion ont été constituées pour chaque module.

Participants à la validation de l'analyse SIG :

1. Ph.D. Professeur. Expertise : SIG, dynamique du milieu urbain, occupation du sol.
2. Ph.D. Professeur. Expertise : cartographie, SIG et culture, écotourisme, environnement, technologies de l'information et SIG, gestion des ressources naturelles, Asie du Sud-Est.
3. Ph.D. Professeur. Expertise : télédétection et SIG.
4. Ph.D. Professeur. Expertise : télédétection, lidar, imagerie haute résolution, photogrammétrie, SIG, cartographie, applications forestières.

Participants à la validation de l'analyse AMCD :

1. Ph.D. Expertise : évaluation environnementale, développement régional.
2. Ph.D. Expertise : consultant en évaluation environnementale et aide à la décision.
3. Ph.D. en sciences de l'environnement. Ingénieur des eaux et forêts. Chargé de cours. Expertise : évaluation environnementale, AMCD, gestion des ressources naturelles.
4. Doctorante en épidémiologie. Expertise : AMCD appliquée aux zoonoses.

Une fois finalisée la constitution des équipes d'experts, nous avons planifié des réunions de discussion, chacune d'une durée de deux heures. L'équipe qui validait le module SIG s'est réunie une seule fois pour compléter cinq feuilles de travail. En raison de la nécessité manifeste de disposer de plus de temps pour la réflexion, une fois la réunion réalisée, le travail a été poursuivi par messagerie électronique. L'équipe qui validait le module AMCD s'est réunie deux fois pour compléter 11 feuilles de travail. Finalement, tous les commentaires reçus, autant lors des réunions de discussion que par messagerie électronique, ont été intégrés pour en obtenir la validation finale des 16 grilles d'analyse FFOC des modules SIG et AMCD (voir annexe F).

5.3 Discussion des résultats

Le travail réalisé par l'équipe d'AMCD et par le groupe d'experts a abouti au repérage de 230 facteurs associés aux étapes de l'approche DEMIT, dont 144 appartenant à son environnement interne et 86 à son environnement externe (Tableau 5.3). Grâce au groupe de discussion, 100 facteurs se sont rajoutés aux 130 initialement proposés, montrant l'importance de compter sur une équipe multidisciplinaire et d'experts chevronnés pour valider l'analyse.

Ces 230 facteurs ont été identifiés grâce aux compétences des participants, ce qui est une caractéristique de l'analyse FFOC (Kurttila et *al.*, 2000). L'importance donnée à ces facteurs provient d'une analyse qualitative. Toutefois, ces facteurs sont considérés comme stratégiques pour l'avenir de la construction des espaces inclus dans l'approche DEMIT. Ces espaces faciliteront l'atteinte des objectifs en s'appuyant sur les points forts identifiés à

l'interne et sur les opportunités repérées à l'externe. Les faiblesses internes et les contraintes externes affectant les méthodes multicritères doivent être connues pour minimiser leur influence.

Le tableau synthèse 5.3 a été constitué pour décrire les résultats de la validation de l'analyse FFOC. Il contient tous les éléments de la prise de décision participative et transparente, la division des environnements interne et externe, les forces-faiblesses et les opportunités-contraintes pour chacune des étapes selon les quatre espaces à construire. Pour établir un lien visible entre les facteurs et indiquer les différences, un code couleur a été établi : vert pour les forces, rouge pour les faiblesses, bleu pour les opportunités et orange pour les contraintes. Pour faciliter l'analyse des résultats, le sous-total par catégorie est indiqué.

Un histogramme de fréquences de l'ensemble des facteurs est présenté à la Figure 5.1 pour comparer les différences. L'environnement interne compte 144 facteurs dont 116 forces et 28 faiblesses. L'environnement externe compte 86 facteurs divisés en 54 opportunités et 32 contraintes.

ANALYSE FFOC			MODULE DEMIT	SIG PARTICIPATIF					AMCD								Sous-total	Sous-total	TOTAL			
				Feuilles					Feuilles								Espace	Int.-Ext.				
			ESPACE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16		
FACTEURS INTERNES	FORCES	PHYSIQUE	1	3	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	144		
		INTELLECTUEL	4	5	2	1	1	8	2	5	3	3	3	1	4	3	7	4	57			
		ÉMOTIONNEL	2	1	2	1	3	2	2	0	1	2	1	1	3	2	3	2	28			
		PROCÉDURAL	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	21			
		SOUS-TOTAL	9	10	8	5	7	11	5	7	5	6	7	3	8	6	12	7	116			
	FAIBLESSES	PHYSIQUE	1	2	2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11			
		INTELLECTUEL	2	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11			
		ÉMOTIONNEL	2	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	9			
		PROCÉDURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
		SOUS-TOTAL	5	4	5	5	3	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	28			
FACTEURS EXTERNES	OPPORTUNITÉS	PHYSIQUE	1	3	4	1	4	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	19	86		
		INTELLECTUEL	1	1	2	1	0	3	2	1	1	1	1	3	0	1	1	1	20			
		ÉMOTIONNEL	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	5			
		PROCÉDURAL	1	0	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	10			
		SOUS-TOTAL	4	5	6	4	5	6	2	2	2	3	1	3	0	4	3	4	54			
	CONTRAINTES	PHYSIQUE	1	4	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12			
		INTELLECTUEL	1	1	1	0	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12			
		ÉMOTIONNEL	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4			
		PROCÉDURAL	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4			
		SOUS-TOTAL	4	6	5	1	3	9	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	32			
SOUS-TOTAL par feuille			22	25	24	15	18	27	11	10	10	10	8	6	8	10	15	11				
SOUS-TOTAL par module			104					126														
TOTAL																						230

Tableau 5.3 Analyse FFOC de la construction des espaces nécessaires à une décision participative et transparente lors de l'application de l'approche DEMIT.

Dans la construction des quatre espaces nécessaires à la décision participative par l'approche DEMIT, les forces sont supérieures aux faiblesses (écart de 88 unités). Même si l'écart entre les opportunités et les contraintes (22 unités) est moindre, les opportunités sont plus nombreuses que les contraintes.

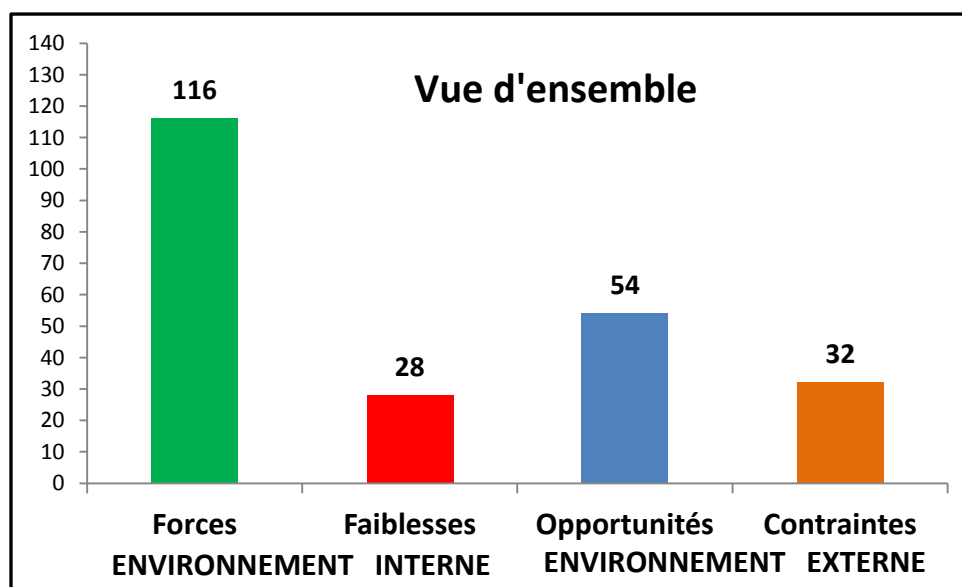


Figure 5.1 Histogramme du nombre de forces, faiblesses, opportunités et contraintes de DEMIT intervenant dans les espaces nécessaires à la décision participative et transparente.

La comparaison du nombre de facteurs associés à chacun des modules est présentée à la figure 5.2. Comme le module SIG comporte 5 étapes et le module AMCD en compte 11, un nombre plus grand de facteurs affecte le module AMCD.

Cela dit, l'histogramme montre, pour l'environnement interne, que le module AMCD compte 38 forces de plus que le module SIG. Par contre, les faiblesses du module AMCD (6) sont moindres que celles du module SIG (22). Donc, le module AMCD a plus de forces et moins de faiblesses que le module SIG.

Quant aux opportunités provenant de l'environnement externe, le module AMCD n'a que six facteurs de plus que le module SIG, tandis que ce dernier a 6 contraintes de plus. En comparant ces deux modules, celui des SIG présente un plus grand nombre de faiblesses et de contraintes. Malgré que le module SIG ait moins d'étapes, il présente plus de faiblesses et de

contraintes que le module AMCD lors de la construction des espaces nécessaires à la décision participative et transparente.

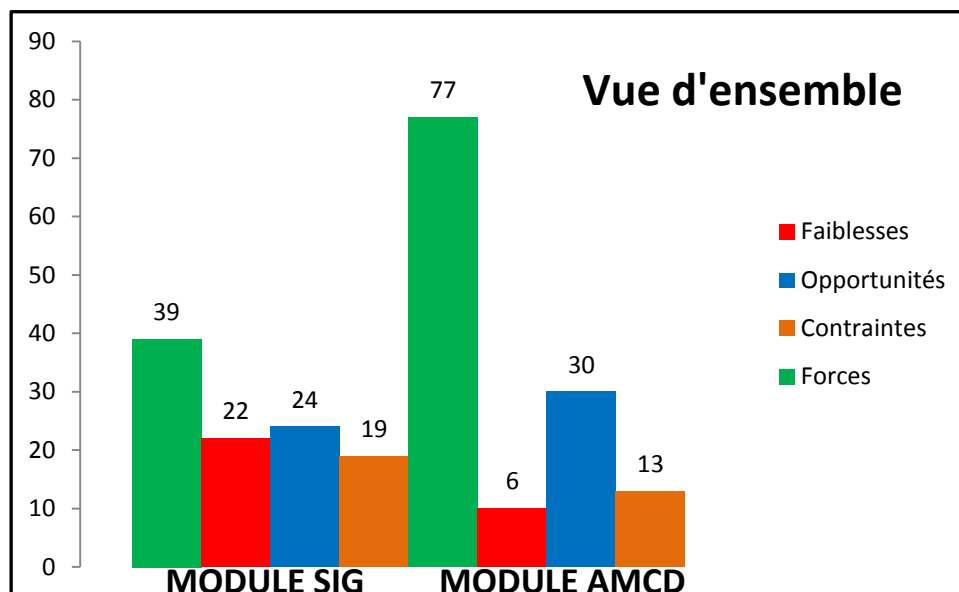


Figure 5.2 Histogramme du nombre de forces, faiblesses, opportunités et contraintes des modules SIG et AMCD de DEMIT

5.3.1 Comparaison du nombre des forces-faiblesses et opportunités-contraintes pour chaque étape

Le graphique radar de la figure 5.3 illustre l'ensemble des étapes de l'approche DEMIT. Ce graphique montre que les forces dépassent les faiblesses, ainsi que les opportunités et contraintes et ce, dans 15 des 16 étapes de DEMIT. Cependant, les faiblesses et les contraintes, même si elles sont moins nombreuses, peuvent ralentir la décision participative. Par exemple, l'étape SceSIG4 (conception des scénarios, du module SIG) a autant de forces que de faiblesses (5). Il faudra analyser comment améliorer les forces, diminuer les faiblesses, miser sur les opportunités et surmonter les contraintes pour mieux construire les quatre espaces (physique, intellectuel, émotionnel, procédural) lors de la construction des scénarios à évaluer. Un autre exemple illustratif est celui de l'étape ProMC6 (Définition du problème et identification des enjeux, module AMCD). Bien que celle-ci soit une étape qui bénéficie de grandes forces (11), elle présente de nombreuses contraintes

reliées au contexte externe (9). C'est pourquoi, il faut miser sur les opportunités (6). Le fait qu'autant de facteurs soient en compétition dans cette étape indique la nature essentielle de la définition du problème dans la recherche d'une décision participative. L'étape EchMC12 (Choix des échelles d'évaluation, module AMCD) comprend seulement trois forces, mais elle compte aussi un nombre équivalent d'opportunités (3).

Les étapes SupSIG2 (Support informatique, ordinateur et logiciel), ProMC6 (Définition du problème et identification des enjeux) et JugMC15 (Consolidation du jugement) comptent le plus grand nombre de forces. Les faiblesses se concentrent plutôt dans le module SIG. Les opportunités, bien qu'elles ne soient pas aussi nombreuses que les forces, sont réparties dans les deux modules multicritères (SIG et AMCD), et montrent qu'il existe des possibilités d'améliorer les quatre espaces nécessaires à une décision participative à partir de l'environnement externe. Les contraintes se manifestent surtout dans le module SIG qui est manifestement plus vulnérable aux faiblesses et contraintes que le module AMCD.

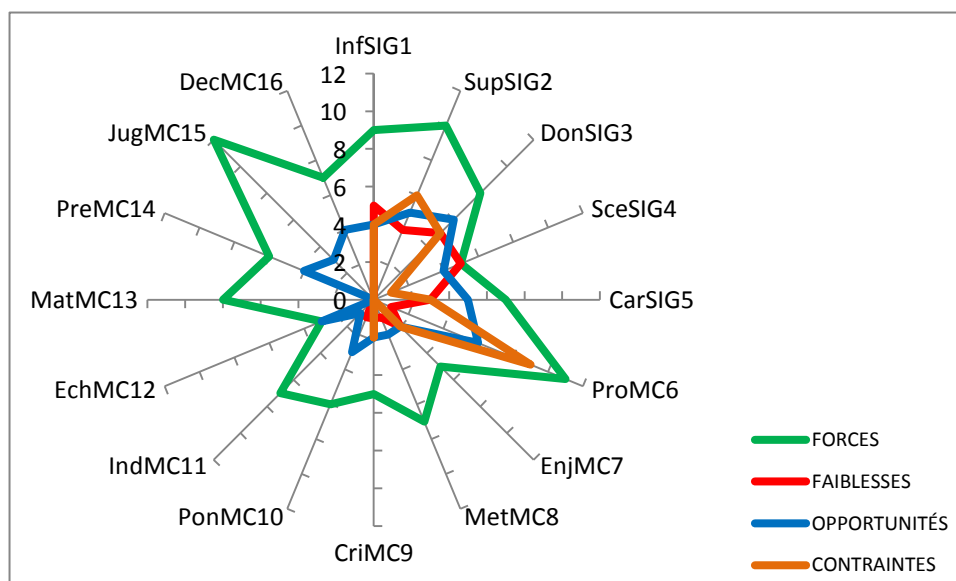


Figure 5.3 Graphique radar du nombre de forces-faiblesses et opportunités-contraintes par étape de l'approche DEMIT

Nous avons représenté séparément les faiblesses internes et les contraintes externes pour raffiner l'analyse. Le graphique radar des faiblesses est présenté à la figure 5.4. Le graphique montre que la plupart des faiblesses de DEMIT se concentrent dans le module SIG, et sont proportionnellement réparties dans ses cinq étapes, pour un total de 22 faiblesses. Quant au module AMCD, il compte peu de faiblesses, lesquelles sont concentrées dans les cinq premières étapes. C'est l'étape EnjMC7 (Structuration des enjeux, module AMCD) qui a le plus grand nombre de faiblesses dans le module AMCD, ce qui indique le besoin de trouver des mécanismes pour surmonter les limitations de cette étape. Par ailleurs, les dernières étapes du module AMCD n'ont aucune faiblesse. Ce module a un total de 10 faiblesses, réparties sur six de ses 11 étapes, soit sur 54,5 % du total.

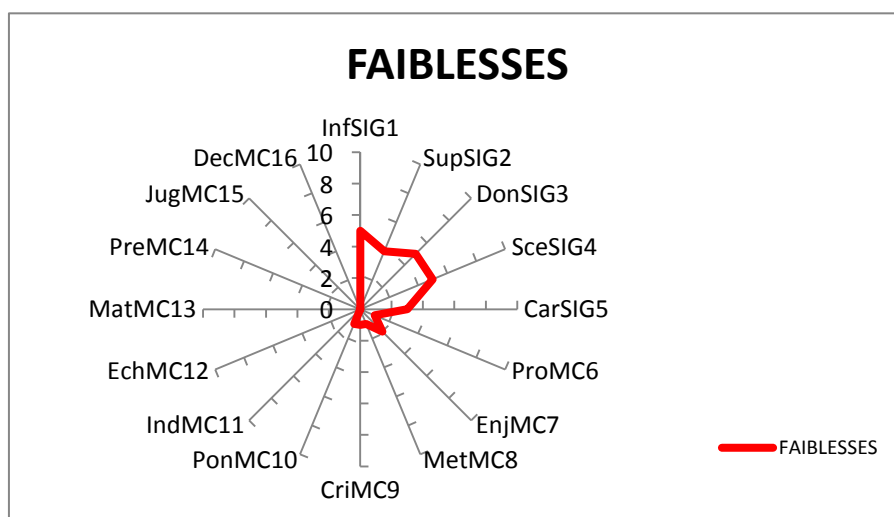


Figure 5.4 Graphique radar du nombre de faiblesses par étape de l'approche DEMIT

Le graphique radar des contraintes est présenté à la figure 5.5. Dans le module SIG, l'étape SupSIG2 (Support informatique - ordinateur et logiciel) présente le plus grand nombre de contraintes, et dans le module AMCD, c'est l'étape ProMC6 (Définition du problème et identification des enjeux). Le module SIG présente des contraintes à chacune de ses étapes, soit dans 100 % du module, pour un total de 19. Le module AMCD présente des contraintes réparties dans trois de ses 11 étapes, soit 27,3 %, pour un total de 13. Le module

SIG est confronté à un plus grand nombre de contraintes provenant de l'environnement externe.

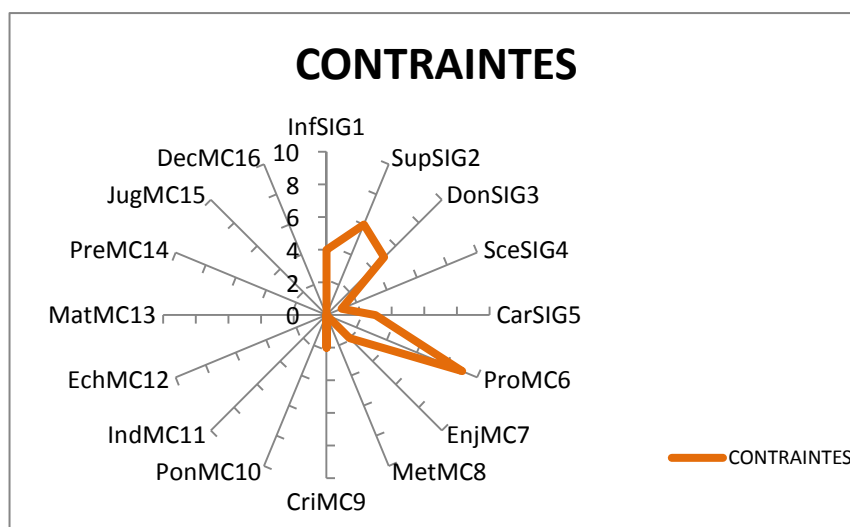


Figure 5.5 Graphique radar du nombre de contraintes par étape de l'approche DEMIT

5.3.2 Facteurs les plus nombreux repérés par module

Les graphiques précédents ont permis d'analyser la distribution du nombre des forces-faiblesses et des opportunités-contraintes dans les deux modules de DEMIT. La description détaillée des modules ayant les facteurs les plus nombreux, tel qu'identifié plus bas, permet de tirer des conclusions supplémentaires (pour la liste complète des facteurs répertoriés, voir l'annexe G).

Dans l'environnement interne de DEMIT (voir tableau 5.4), le plus grand nombre de forces du module SIG se retrouve dans l'étape SupSIG2, tandis que, pour le module AMCD, ce sont les étapes ProMC6 et JugMC15 qui en contiennent le plus. Les trois étapes InfSIG1, DonSIG3 et SceSIG4 du module SIG contiennent le plus grand nombre de faiblesses. L'étape EnjMC7 englobe le plus grand nombre de faiblesses du module AMCD.

Tableau 5.4 Liste des principaux facteurs reliés à l'environnement interne de
DEMIT

MODULE SIG : FORCES	
Étape : SupSIG2 (Support informatique (ordinateur et logiciel))	
<ul style="list-style-type: none"> • Accès facile de l'information numérique disponible • Copie facile de l'information stockée • Analyse de l'information • Capacité de stockage des données • Édition de l'information • Facilité à échanger les idées (appui au processus cognitif des acteurs) sur les critères à analyser • Partage des données • Performance des outils du logiciel • Réalisation des étapes du module SIG (favorise la réalisation d'une procédure) • Représentation des idées concrètes 	
MODULE SIG : FAIBLESSES	
Étapes : InfSIG1 (Choix d'information géoréférencée), DonSIG3 (Obtention de données (numérisation et carte numérique) et SceSIG4 (Conception des scénarios).	
InfSIG1 (lors du choix d'information géoréférencée)	
<ul style="list-style-type: none"> • Avis opposés • Confrontation • Contexte volatil et/ou sensible • Coûts associés (c.-à-d. nombre de séances pour les SIG participatifs, achat des cartes, salaires des experts, équipe, logiciel) • Risque de récriminations entre les participants 	
DonSIG3	
<ul style="list-style-type: none"> • Coûts associés (c.-à-d. nombre de séances pour les SIG participatifs, achat des cartes, salaires des experts, équipe, logiciel) • Difficulté d'accès aux données 	

- Incertitude des données spatiales (conception, mesurage, représentation et analyse)
- Risque de privilégier l'information déjà en format numérique plutôt que la plus pertinente

SceSIG4

- Apparence d'objectivité pouvant brouiller les messages auprès de certains acteurs et risques de manipulations
- Coûts associés (c.-à-d. nombre de séances pour les SIG participatifs, achat des cartes, salaires des experts, équipe, logiciel)
- Volume de l'information à traiter face à la fluidité du processus participatif

MODULE AMCD : FORCES

Étapes : ProMC6 (Définition du problème et identification des enjeux) et JugMC15 (Consolidation du jugement).

ProMC6

- Communication, débat, clarification d'idées
- Évolution de la définition du problème
- Formulation du problème
- Identification de possibles blocages du processus dus à des enjeux non négociables
- Implication de tous les acteurs
- Interrelation des connaissances scientifiques et locales
- Mise en valeur des systèmes de préférences de chaque acteur
- Opportunité de réfléchir sur les impacts d'un projet
- Reconnaissance des dimensions environnementale, sociale et économique des enjeux
- Reconnaissance de l'importance que ces systèmes ont dans le dialogue et la négociation
- Reconnaissance objective du contexte auquel font face les acteurs

JugMC15

- Aide à identifier quels critères pourront faire l'objet de la négociation
- Aide à identifier si les recommandations résultant de l'analyse sont solides ou non

- Aide à comprendre comment le changement de pondération des critères change le résultat de l'analyse
- Aide à comprendre les mécanismes de négociation
- Aide à prendre en compte les incertitudes liées à l'évaluation des performances
- Indique la plage à l'intérieur de laquelle les paramètres (c.-à-d. le poids d'un critère) peuvent changer sans affecter le classement des scénarios
- Étape durant laquelle les acteurs comprennent les motifs de divergences et de convergences entre les acteurs
- Rend possible une auto-évaluation du système de préférence des acteurs pour faire des changements dans la pondération de critères
- Offre aux acteurs une certitude sur les résultats qui leur sont présentés
- Permet de confronter les divergences entre les acteurs
- Permet d'éclaircir les choix personnels sur l'importance accordée à chaque critère et, si nécessaire, d'y faire des changements
- Prise en charge des divergences : comment on réagirait devant une situation

MODULE AMCD : FAIBLESSES

Étape EnjMC7 (Structuration des enjeux).

- Accès au territoire : temps (nécessaire pour se rendre aux séances), logistique
- Besoin de s'investir davantage à cause d'une compréhension restreinte du milieu

D'une part, les facteurs détaillés ci-dessus indiquent que le module SIG de DEMIT, en plus de contribuer avec ses forces très connues (capacité de stockage, etc.), favorise la représentation d'idées concrètes. D'autre part, ces facteurs montrent qu'allouer des budgets pour les coûts associés à ce module (c.-à-d. experts pour traiter les données pertinentes et non pas celles déjà existantes), ainsi qu'un code d'éthique, garant de la neutralité professionnelle, permettront de surmonter ces faiblesses. Quant aux forces du module AMCD, en plus de celles déjà bien connues (c.-à-d. formulation du problème), le repérage rapide des enjeux

garants du développement durable de la ressource énergétique renouvelable est mis en évidence en faisant ressortir, grâce aux systèmes de préférences des acteurs, des variables économiques, environnementales et socioculturelles et ce, sans exclure la prise en considération des questions techniques.

Les forces de ces deux modules constituent des atouts importants pour l'atteinte de décisions négociées ayant une forte légitimité sociale. Pour leur part, les faiblesses indiquent des points sur lesquels l'expert qui met en pratique l'approche DEMIT, doit faire attention pour ne pas nuire au processus de construction des quatre espaces de participation.

Dans l'environnement externe de DEMIT (voir tableau 5.5), l'étape DonSIG3 du module SIG contient le plus grand nombre d'opportunités et dans le module AMCD, c'est l'étape ProMC6. Pour ce qui est des contraintes, c'est l'étape SupSIG2 du module SIG qui en contient le plus grand nombre, tandis que, dans le module AMCD, c'est l'étape ProMC6.

Tableau 5.5 liste des principaux facteurs reliés à l'environnement externe de DEMIT

MODULE SIG : OPPORTUNITÉS
Étape DonSIG3 (Obtention des données - numérisation et carte numérique). <ul style="list-style-type: none"> • Améliorations futures (recherche et développement notamment en méthodes collaboratives, techniques de travail de groupe, rédaction de manuels de performance, service en ligne et SIG participatifs) • Échange de données, si nécessaire • Effet que ce projet en particulier pourrait avoir sur un autre projet • Ententes universitaires • Maturité technologique
MODULE SIG : CONTRAINTES
Étape : SupSIG2 (Support informatique (ordinateur et logiciel)). <ul style="list-style-type: none"> • Coûts associés

- Existence de structures de distribution de données
- Fiabilité inégale des gratuits
- Pas de budgets alloués à la R&D et au renforcement des capacités informatiques
- Risque d'une « technocratisation » de l'intervention des acteurs

MODULE AMCD : OPPORTUNITÉS

Étape ProMC6 (Définition du problème et identification des enjeux).

- Disponibilité d'espaces adéquats
- Connaissances existantes qui pourraient profiter au processus
- Enjeux déjà définis (c.-à-d. dans les rapports du BAPE)
- AMCD permet un suivi de l'évolution des enjeux
- Prise en considération d'expériences préalables
- Utilisation des outils existants (c.-à-d. outils d'analyse de sensibilité dans les études d'impact)

MODULE AMCD: CONTRAINTES

Étape ProMC6 (Définition du problème et identification des enjeux).

- Absence d'une structure favorisant un espace procédural
- Des conflits anciens vécus dans la communauté pourraient se manifester lors de la discussion
- Difficulté de s'impliquer à cause du contexte historique du milieu
- Enjeux qui ne sont pas traités par les acteurs (c.-à-d. dans les mémoires du BAPE)
- Manque d'expérience relative à l'utilisation des outils de décision
- Ne pas s'impliquer à cause de l'inconnu : la maîtrise de l'outil échappe aux acteurs sociaux
- Pratique d'un certain rapport de forces empêchant l'utilisation des méthodes de décision
- Un enjeu « caché » peut retarder le processus
- Un résultat du processus AMCD qui ne soit pas représentatif de la réalité

Les facteurs externes détaillés ci-dessus identifient les opportunités du module SIG participatif pour construire les quatre espaces nécessaires à la décision participative et transparente. La recherche, déjà reconnue comme importante pour améliorer l'état des connaissances, constitue une opportunité, ainsi que les effets d'exemple sur de nouveaux projets d'énergies renouvelables. Pour le module SIG, les contraintes sont reliées aux coûts, eux-mêmes considérés comme une faiblesse, ou aux budgets pour la recherche. Les forces du module AMCD concernant les processus participatifs déjà mis en place, représentent une opportunité autant pour la procédure existante que sur le plan de l'information générée et disponible. Les particularités historiques d'une région ou le refus d'outils considérés trop techniques et éloignés des acteurs sont des contraintes associées au module AMCD. Une formation continue tout au long du processus, qui commencerait dès le début de celui-ci, permettrait une meilleure appropriation des outils et une meilleure adhésion au processus.

Les forces et opportunités de ces deux modules favorisent la création des quatre espaces nécessaires à la prise de décision participative et transparente. Pour leur part, les faiblesses et les contraintes indiquent les points ralentissant une décision concertée sur la base de l'approche DEMIT et concernant le développement et l'exploitation des énergies renouvelables.

5.3.3 Limites de DEMIT

Les limites de DEMIT sont identifiées en partie par l'analyse FFOC. Nous retrouvons comme limites de cette approche: le besoin d'experts en SIG participatifs et en AMCD, le degré de neutralité et d'honnêteté de ces experts, la capacité des experts d'en tirer des conclusions, la conception de sites Web, le contexte politique permettant de confronter les idées, la conjoncture démocratique, l'encadrement assurant une discussion respectueuse entre les acteurs, l'exigence du temps alloué, l'exigence de l'information requise et de celle disponible, la difficulté d'accès à l'information, l'intégration de personnes de tous âges et de tous contextes culturels, la perception du territoire à l'aide de méthodes informatiques, la politisation du processus, le fait de rendre significatif le choix de l'échelle, la présentation visuelle pas toujours assez conviviale des résultats des analyses, les coûts associés, les défis en communication pour éviter l'effet « boîte noire », l'interprétation adéquate des systèmes de valeurs des acteurs par les experts, la concordance entre les systèmes de valeurs des

acteurs et les critères proposés par les experts, le besoin de discriminer davantage à l'intérieur de chacune des catégories des acteurs.

5.4 Conclusion

L'approche DEMIT est née d'une controverse sociale : la demande de transparence et d'implication dans la prise de décision exprimée par des acteurs concernés par l'établissement de parcs éoliens. Pour répondre à cette demande, DEMIT propose le couplage de deux outils multicritères d'aide à la décision, soient l'AMCD et les SIG participatifs. Cependant, du fait que la réussite d'une prise de décision participative et transparente exige la construction de quatre espaces (physique, intellectuel, émotionnel et procédural), il fallait évaluer dans quelle mesure DEMIT y contribue.

L'analyse FFOC réalisée par l'équipe d'AMCD et les experts interdisciplinaires a montré que les forces contribuant à construire avec succès ces quatre espaces sont plus nombreuses que les faiblesses, 116 contre 28. De plus, il existe plus d'opportunités que de contraintes comme facteurs externes permettant d'améliorer ces quatre espaces, 54 contre 32. Donc, le bilan de DEMIT par rapport à ses objectifs de décision participative et transparente est positif.

Cependant, bien que ce bilan soit positif, des facteurs stratégiques permettent de l'améliorer: les forces augmenteront grâce à la recherche et au développement continu dans le domaine de l'AMCD et des SIG participatifs, grâce à une participation abondante et contributive des acteurs interpellés par un projet en particulier ainsi que grâce à l'interaction accrue entre les connaissances scientifiques et les connaissances locales. Les faiblesses diminueront si le processus est mené dans le respect de tous les participants, si des budgets sont alloués pour la prise de décision participative, si les données nécessaires sont disponibles et de qualité, si le processus est exempt de pressions pour faire penser et agir le groupe d'une façon prédéterminée, si les experts arrivent à présenter les informations nécessaires sous une forme simple favorisant la fluidité, et s'il existe une reconnaissance de l'importance des systèmes de valeurs dans l'analyse des enjeux sociaux, économiques, culturels et environnementaux d'un projet en particulier. Les faiblesses à l'intérieur du module SIG

doivent être surmontées en premier puisqu'elles sont réparties dans chaque étape du processus.

Pour améliorer le bilan opportunités-contraintes, l'environnement externe de DEMIT devra permettre des services en ligne de partage d'expériences similaires, favoriser l'échange de données, fournir des espaces physiques adéquats à la réalisation de la procédure, compter avec des gratuits fiables, allouer des budgets pour la prise de décision participative et pour la recherche dans ce domaine. Toutes ces actions serviront à réduire les faiblesses associées, telle que l'absence d'une structure favorisant l'espace procédural.

L'analyse des résultats indique le besoin de discuter de deux étapes de DEMIT : ProMC6 et SceSIG4. La première, ProMC6, fait référence à la définition du problème et à l'identification des enjeux. Pour minimiser les contraintes, il faut miser sur les multiples opportunités présentes, notamment la prise en considération d'expériences préalables et des enjeux identifiés, l'utilisation des outils déjà existants et le fait que l'AMCD permettra également un suivi de l'évolution des enjeux. La deuxième, SceSIG4, fait référence à la construction des scénarios (alternatives) à analyser. Pour la renforcer, il faut exploiter les opportunités qui se présentent : déterminer des règles flexibles dans les appels d'offres de projets, ce qui permettrait de changer la technologie proposée par le promoteur du projet et, donc, de développer des scénarios différents. Cette flexibilité est aujourd'hui impossible à atteindre en raison du contexte réglementaire, mais elle est soulignée comme une opportunité potentielle future.

Cette analyse FFOC a été réalisée avec une grille qui a été appliquée sur les résultats du test d'application de l'approche DEMIT, test réalisé pour un parc éolien établi au Québec. Ainsi, certaines forces-faiblesses ou opportunités-contraintes pourraient être différentes dans un autre contexte géographique et culturel. Il est donc nécessaire de prendre en compte les particularités culturelles, historiques et géographiques du milieu où l'analyse FFOC est effectuée.

Un aspect à souligner est l'interdisciplinarité de l'équipe de soutien en aide à la décision : sciences de l'environnement, SIG participatifs et collaboratifs, AMCD, informatique, communications, génie et autres domaines. Le nombre de collaborateurs d'une

telle équipe devient important et devra être déterminé en fonction des besoins du projet à analyser. Une équipe interdisciplinaire, composée d'un nombre adéquat d'experts, permettra une meilleure définition de départ du problème à analyser. La suite dépendra également de la participation des acteurs qui au fur et à mesure de nouveaux projets, seront de plus en plus aptes à contribuer du fait d'une courbe d'apprentissage social et d'amélioration continue (ex. : communautés de pratique, réseaux sociaux, sites Internet d'échanges d'expériences etc.).

L'espace d'application de l'approche DEMIT requiert une mention spéciale concernant la sélection du type de rencontres entre les acteurs, réunions face-à-face ou espace virtuel, tel que le Web, en fonction de l'existence d'habiletés spécifiques (l'utilisation des ordinateurs pourrait être une contrainte générationnelle) ou de conditions spécifiques (par exemple, la difficulté pour tous les participants d'être présents à une longue réunion en soirée ou le fait que les acteurs ne partagent pas un même agenda).

Pour conclure, bien que l'application de DEMIT comporte des faiblesses et des contraintes, les forces inhérentes de ses modules AMCD et SIG participatifs font en sorte que cette approche réussit à construire les quatre espaces nécessaires à la prise de décision participative et transparente. Dans ce sens, la capacité de DEMIT d'utiliser des méthodes multicritère existantes pour répondre à la demande de transparence et d'implication dans la prise de décision a été validée par cette analyse FFOC.

5.5 Bibliographie

Abelson J., Forest P.-G., Eyles J., Smith P., Martin E. et Gauvin F.-P. 2012. « Deliberations about Deliberation: Issues in the *Design and Evaluation of Public Consultation Processes*, McMaster University. Centre for Health Economics and Policy Analysis Research Working Paper 01-04.

Arnstein, S. R. Commentaire du webmaître 2004 à propos de « A Ladder of Citizen Participation, » *JAIP*, Vol. 35, No. 4, juillet 1969, pp. 216-224.

Avritzer, L. 2002. *Democracy and the Public Space in Latin America*. Princeton University Press. USA.

Catron et al., 2013. 'Bioenergy development in Kentucky: A SWOT-ANP analysis'. *Forest Policy and Economics*. 28; 38–43. ELSEVIER.

Delaney, R. 2010. « Community Engagement: Successful strategies. A Business Case for Going Beyond the Regulatory Minimum. » Article présenté au *Congrès annuel et salon professionnel de CanWEA 2010*, Montréal, Canada.

Edmunds, H. 1999. *The Focus Group Research Handbook*. American Marketing Association.

Gao C.-Y. and Peng D.-H., 2011. « Consolidating SWOT Analysis with Nonhomogeneous Uncertain Preference Information. » *Knowledge-Based Systems*. 24, 796-808. ELSEVIER.

Görener et al. 2012. « Application of Combined SWOT and AHP: A Case Study for a Manufacturing Firm. » *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 58, 1525-1534. ELSEVIER.

Greenbaum, T. L. 1998. *The Handbook for Focus Group Research*. Sage Publications, Inc.

Kajanus, M. et al. 2012. « Making use of MCDS Methods in SWOT Analysis – Lessons Learnt in Strategic Natural Resources Management. » *Forest Policy and Economics*. 20; 1-9. ELSEVIER.

Kurttila, M. et al. 2000. « Utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP) in SWOT Analysis – a Hybrid Method and its Application to a Forest-Certification Case. » *Forest Policy and Economics*. 1; 41-52. ELSEVIER.

Lerner, J. et Secondo, D. 2012. « By the People, for the People: Participatory Budgeting from the Bottom Up in North America. » *Journal of Public Deliberation*. Vol 8: numéro 2, article 2.

Markovska et al. 2009. « SWOT Analyses of the National Energy Sector for Sustainable Energy Development. » *Energy*. 34; 752-756. ELSEVIER.

Nikolaou, I.E et Evangelinos, K.I. 2010. « A SWOT Analysis of Environmental Management Practices in Greek Mining and Mineral Industry. » *Resources Policy*. 35; 226-234. ELSEVIER.

Polère, C. 2007. « La démocratie participative : état des lieux et premiers éléments de bilan. » *Synthèses Millénaire 3 sur le thème de la démocratie*. DPSA.

Rehm, B. et al. 1992. « Water Quality in the Upper Colorado River Basin. » Dans *Discovering Common Ground*, sous la direction de Weisbord, M. R. Berrett-Koehler Publishers. San Francisco.

Sintomer, Y. et al. 2012. « Transnational Models of Citizen Participation: The Case of Participatory Budgeting. » *Journal of Public Deliberation*. Vol. 8: numéro 2, article 9.

Stanfield, R. B. 2000. *The Art of Focused Conversation*. The Canadian Institute of Cultural Affairs (ICA Canada).

Valentin, Erhard K. 2005. 'Away With SWOT Analysis: Use Defensive/Offensive Evaluation Instead'. *The Journal of Applied Business Research*. Volume 21, Number 2.

Vazquez, M. de L., Waaub, J.-P. et Ilinca, A., 2013a. « Coupling MCDA and GIS in a Decision Making Process for Wind Farm Projects Analysis –TIMED Approach. » *International Journal of Geomatics and Spatial Analysis*, VOL 23/1 - 2013 - pp.95-123 -24. doi:10.3166/ig.23.95-123. Lavoisier.

Vazquez, M. de L., Waaub, J.-P. et Ilinca, A., 2013b. « Territorial Intelligence Modeling for Energy Development (TIMED) – A case Study for the Baie-des-Sables (Canada) Wind Farm. ». *International Journal of Multicriteria Decision Making*. Vol. 3, Nos. 2/3. Pages 236-255. InderScience Publishers.

Vazquez, M. de L., Waaub, J.-P. et Ilinca, A., 2013c. « MCDA: Measuring robustness as a tool to address strategic wind farms issues. » *Assessment and Simulation Tools for Sustainable Energy System*, chapter 8. Fausto Cavallaro (ed.), SPRINGER.

Wotto, M. et Waaub, J.-P. "Process of limited societal participation in the strategic environmental assessment of transportation planning scenarios in Montréal in a GDSS context : methodological proposal". *Ajeam-ragee*, vol. 5 (april), p. 92-101, 2003.

Wotto, M., 2005. La participation du publique à l'évaluation environnementale stratégique : cas du transport à Montréal, Thèse de doctorat en études urbaines, Montréal : Université du Québec à Montréal, 351 p.

CHAPITRE VI

CONCLUSION GÉNÉRALE

6.1 Contributions

Cette recherche a permis de développer une approche d'aide à la décision participative et transparente pour analyser les projets éoliens et qui inclut les variables économiques, environnementales et socioculturelles. Cette approche permet d'analyser un projet de parc éolien dans une perspective de développement durable et de faciliter le déploiement plus rapide de cette ressource énergétique renouvelable. La conception de l'approche DEMIT, sa validation et son amélioration à l'aide d'une étude de cas réel, l'analyse de robustesse, et l'analyse des forces-faiblesses et d'opportunités-contraintes ont contribué à fournir un outil de développement durable qui facilite le choix d'un scénario défini par un consensus où ledit scénario représente la meilleure solution possible pour l'ensemble des acteurs d'un projet. Les principales caractéristiques et avantages de l'approche DEMIT pour l'analyse et l'élaboration des projets de parcs éoliens sont qu'elle:

- prend en compte tous les acteurs impliqués dans un projet de parc éolien;
- propose un cadre structuré où des préoccupations à caractère subjectif, et des variables qualitatives, sont analysées;
- utilise deux outils modernes et en constante évolution qui tiennent compte du contexte complexe d'un projet de parc éolien, soit l'AMCD et les SIG participatifs;
- a été validée par une étude de cas avec des acteurs réels pour analyser différents scénarios d'un projet de parc éolien et élaborer la procédure de rangement des scénarios;

- prend en compte des changements potentiels relatifs à la technologie utilisée ou aux aspects réglementaires comme les règlements de contrôle intérimaire qui établissent les distances séparatrices entre les turbines et les résidences;
- permet d'aborder des questions relatives à la santé ou au bilan carbone d'une éolienne;
- permet la discussion, dans un cadre structuré et respectueux, des préoccupations réelles, actuelles et importantes pour les populations concernées;
- utilise une information à caractère public pour construire une base de données d'analyse des variables géoréférencées;
- met en évidence les limites technologiques et économiques dans la négociation, telle que la définition de paramètres fixes dans les appels d'offres (ex. : conditions financières) ou telle que l'imposition de normes technologiques (ex. : éoliennes de 1.5 MW) ne permettant pas dans le contexte actuel d'examiner des scénarios prenant en compte des éoliennes de 3 MW;
- recherche des solutions minimisant les impacts négatifs et maximisant les positifs;
- identifie des éléments pouvant, ou non, être négociés, tout en aidant à la compréhension du pourquoi;
- introduit les 13 critères conçus pour évaluer un projet de parc éolien dans un contexte de développement durable.

Entre autres, cette recherche a inclus, par le biais des postulats, des préoccupations stratégiques au sujet des conditions du développement de la filière éolienne au Québec, exprimées par différents acteurs lors des séances de consultations publiques.

Pour que les usagers potentiels de DEMIT aient une information supplémentaire sur l'outil proposé, nous fournissons une analyse, validée par des experts, des forces-faiblesses et opportunités-contraintes de l'approche en regard de sa capacité à éclairer un processus décisionnel participatif et transparent. Suite à l'analyse, nous remarquons que les forces sont notamment supérieures aux faiblesses, et que les opportunités sont plus importantes que les contraintes.

Les travaux réalisés durant cette recherche ont été présentés dans 15 conférences internationales dans 6 pays. Les financements obtenus auprès du ministère de Relations internationales du Québec (MRI) ont permis d'appliquer l'approche DEMIT, par le biais de projets pilotes, dans d'autres contextes, au Mexique et au Brésil.

6.2 Applications

DEMIT peut être utilisée pour acquérir des connaissances sur le territoire et sur la gestion des projets s'y déroulant. Son application volontaire peut être une opportunité pour évaluer un projet de parc éolien en amont de sa construction. Cela permettrait l'implication de la communauté hôte dans la recherche de solutions et faciliterait l'acceptabilité sociale du parc éolien.

Les 13 critères proposés par DEMIT pourraient s'appliquer dans d'autres projets, propositions stratégiques ou contextes pour faciliter le démarrage rapide de la discussion. Les critères peuvent être adaptés à un contexte particulier. Concrètement, DEMIT peut s'appliquer à la filière microhydraulique, pour laquelle les 13 critères seraient inchangés. Cependant, les indicateurs reliés à ces critères devraient s'adapter pour bien évaluer les impacts sur l'environnement, sur la flore et la faune des cours d'eau ou pour tout autre impact social, culturel, économique et technique dû à la valorisation de cette ressource. Les quatre catégories des acteurs intervenant dans l'application de DEMIT peuvent s'élargir pour inclure, par exemple, un type d'intervenant relié aux droits d'utilisation des terrains. En effet, certains pays de l'Amérique Latine ont un type de propriété communautaire réglementé par des lois spécifiques qui indiquent le protocole pour l'usufruit de la terre, parmi lesquels les exigences relatives à sa location.

Les modules proposés par DEMIT (AMCD, SIG participatifs, CS-CL et ICA) pourraient être utilisés de façon indépendante, si l'utilisateur le considère utile pour un projet spécifique. De plus, DEMIT pourrait être intégrée à d'autres projets reliés à la recherche de solutions durables lors de l'exploitation des ressources énergétiques. Du fait que sur un territoire donné, un projet de gestion ne peut fonctionner que si les acteurs du territoire se l'approprient (Sébastien, 2006), DEMIT s'avère très utile dans la planification territoriale qui s'oriente actuellement vers une dimension collaborative et participative.

Pour une application réussie de DEMIT dans des contextes différents de celui où cette approche a été développée, il nous semble important de souligner les caractéristiques suivantes, tel que rencontrées au Québec et qui pourraient nécessiter une adaptation dans d'autres contextes : un cadre réglementaire favorisant le développement durable et la participation; une société habituée à participer et à exprimer ses préoccupations; un État qui favorise l'intégrité physique des citoyens; disponibilité d'une source de financement pour la tenue de séances publiques; et des sources d'information crédibles, accessibles et en quantité adéquate conformément aux exigences de l'analyse à effectuer.

6.3 Limites et extensions de la recherche

Limites

Les systèmes de valeurs des acteurs, même s'ils ont une place dans la construction du cadre argumentaire, ne sont pas en soi le sujet de la thèse. Ce cadre argumentaire inclut une connaissance qui repose sur le savoir-faire et/ou sur des raisonnements objectifs, ne représentant donc pas des préférences personnelles reliées à des systèmes de valeurs. Cette recherche n'analyse pas non plus les éléments de gouvernance ou les relations entre les acteurs. Aucune restriction au sujet du droit à la participation publique n'a été observée lors de la réalisation du test. Aucun problème de concurrence entre experts et non-experts n'a été observé lors de la réalisation de l'étude de cas. Aucun problème à caractère politique n'a été mis en évidence lors de l'étude de cas. Bien que nous ayons développé des indicateurs reflétant les enjeux à évaluer, le but de cette thèse est plus large et la conception de ces indicateurs a été restreinte à cause des délais de temps à respecter et de l'absence d'une équipe interdisciplinaire incluant différents champs d'expertise.

Les faiblesses à l'intérieur du module SIG doivent rapidement être surmontées à chaque étape du processus, les plus importantes étant la disponibilité et l'accès aux données de qualité. Pour améliorer le bilan opportunités-contraintes, l'environnement externe de DEMIT devra permettre des services en ligne de partage d'expériences similaires, favoriser l'échange de données, fournir des espaces physiques adéquats à la réalisation de la procédure,

compter avec des gratuiciels fiables, allouer des budgets pour la prise de décision participative et pour la recherche dans ce domaine.

Le travail réalisé demandait davantage la participation d'une équipe interdisciplinaire dans les étapes de choix d'indicateurs et de construction d'échelles. Cependant, ce manque a été substitué par une revue de littérature approfondie et la consultation *ad hoc* d'experts qui ont aimablement accepté de participer (ex. : Marie-José Fortin de l'UQAR sur les enjeux de paysage). La réalisation de l'étude de cas aurait demandé également la participation d'un plus grand nombre de personnes pour la réalisation de chaque étape de DEMIT ainsi que pour l'organisation des séances de travail, et plus particulièrement pour la préparation du matériel à fournir aux participants. Nous avons comblé ce manque par un agenda de travail exigeant et une logistique efficace permettant la réalisation de toutes les étapes.

Étant donné que tous les enjeux soulevés ne pouvaient être évalués par des critères et indicateurs quantitatifs, certaines échelles qualitatives ont été élaborées en prenant en compte le mieux possible les arguments disponibles pour justifier le passage d'un échelon à l'autre. Dans ces cas, les évaluations peuvent être considérées comme davantage empruntées de subjectivité avec les conséquences potentielles sur les résultats des simulations. Par ailleurs, il faut aussi parfois avoir des réserves concernant l'apparente objectivité des évaluations quantitatives car justement, l'approche par indicateur indique bien des choix pouvant influencer sur les résultats obtenus (ex. : valeurs relatives ou absolues, indicateurs ne prenant que partiellement en compte certaines dimensions du problème, par exemple les espèces rares pour évaluer les pertes potentielles de biodiversité). Cependant, le travail réalisé cherche à avant tout répondre de façon cohérente et rationnelle aux préoccupations, enjeux et questions soulevées par les acteurs impliqués dans le développement des projets de parcs éoliens.

Extensions

L'approche DEMIT a été développée pour répondre aux problèmes rencontrés lors du développement des projets de parcs éoliens. Cependant, elle pourrait s'adapter à d'autres sources énergétiques renouvelables, telle que la biomasse (DEMIT-biomasse) ou les mini-centrales hydrauliques (DEMIT-microhydraulique). L'approche, sans être universelle, pourrait être généralisée à d'autres projets à développer sur le territoire, en changeant un peu

l'acronyme pour mieux l'adapter : DEMIT (Développement par Modélisation et Intelligence Territoriale). Des recherches sur les contraintes culturelles sont essentielles pour son application dans un contexte différent de celui du Québec; par exemple, sur la participation accrue des femmes dans la prise de décision. La rédaction d'un manuel de l'utilisateur sur l'utilisation de DEMIT s'avère aussi nécessaire, et ce, en tenant compte du volet de vulgarisation scientifique.

Le travail d'une équipe interdisciplinaire, composée de plusieurs membres et dont le nombre de participants soit en accord avec les besoins du projet, favoriserait davantage la conception des scénarios, critères, indicateurs et échelles. Ainsi, les 13 critères, leurs indicateurs et échelles proposés par DEMIT pourraient être à la base d'une recherche visant à les améliorer. Les catégories d'acteurs pourraient être subdivisées pour reproduire en détail une plus vaste gamme d'intérêts à représenter. Les développements récents de sites Web participatifs s'avèrent une avenue intéressante pour l'utilisation de DEMIT. Dans ce cas, il ne faut pas perdre de vue l'utilité de maintenir certaines rencontres en face-à-face (Patriotta and Spedale, 2011; Weisbord, 1992; Wootto, 2005).

Une autre piste de développement est l'intégration de cette approche sur une plateforme informatique permettant l'insertion des couches SIG comprenant toutes les informations géoréférencées décrivant le territoire d'étude (observatoire du territoire, système d'information sur le territoire, etc.) telles que les potentiels éolien et solaire, l'hydrographie, les infrastructures routières, les milieux boisés, la toponymie, la localisation de lignes de transport d'énergie électrique, les milieux sensibles, les zones protégées, la flore et la faune protégée ou sensible, la localisation de bâtiments, l'identification d'activités sur le territoire, etc. Ces informations favoriseraient davantage l'adaptation des critères et des indicateurs qui sont à la base de l'approche DEMIT. L'utilisation de ces informations géoréférencées, ainsi que celles des critères et indicateurs développés, servirait aux usagers à explorer le territoire assujéti à des projets de parcs éoliens, à communiquer entre eux et à concevoir des scénarios qui serviraient à réfléchir sur les impacts, tant favorables que défavorables, des projets de parcs éoliens pour les évaluer.

Une telle plateforme Internet permettrait à plusieurs utilisateurs un accès simultané à l'information de la région hôte d'un projet de parc éolien, ainsi que l'exploration des alternatives potentielles et, même, l'articulation de leurs points de vue tout en étant à distance, en évitant de se présenter à des réunions à un même horaire et dans un lieu déterminé. Une plateforme Internet permet ainsi une flexibilité dans la recherche de solutions communes et offre aux décideurs un ensemble de conditions qui favorise la participation à des débats. De plus, cette plateforme pourrait être à la base d'un partenariat entre différentes institutions ou pays.

Même si, dans des recherches futures, il fallait tenir compte de différences générationnelles dans l'utilisation d'Internet ou des problèmes d'accès à la technologie informatique (logiciels, ordinateurs, Internet), le Web pourrait servir à élaborer des bases de données participatives, sous réserve de validation par une autorité reconnue, et à favoriser la transparence des résultats obtenus. Également, DEMIT pourrait servir à la conception d'outils, informatiques ou non, d'aide au travail collaboratif, où les spécialistes de la dynamique de groupe seraient appelés à participer.

6.4 Mot de la fin

C'est la demande de la prise en compte des préoccupations exprimées, dans le cadre du développement des projets de parcs éoliens au Québec, qui exigeait le développement d'un outil favorisant une prise de décision transparente et participative. L'outil-approche ici présenté, DEMIT, de par l'articulation de ses quatre modules, de par l'analyse de deux types de préoccupations (celles d'un projet spécifique et celles à caractère stratégique), de par la conception des critères d'analyse de projets durables des parcs éoliens (avec leurs indicateurs respectifs) et de par sa validation pour construire les quatre espaces nécessaires à la participation, répond à cette demande.

Même si d'autres approches couplant l'AMCD et les SIG ont été documentées depuis 1991 ou si d'autres chercheurs se sont déjà penchés sur le thème de la participation, DEMIT a été développée pour répondre, expressément, à cette demande apparue dans le domaine des énergies renouvelables (l'énergie éolienne) au Québec et dont différentes sources témoignent, telles que : Le Canada Français, section Actualité, mercredi le 27 février 2008; Le Journal de

Québec, lundi le 9 août 2010; les conclusions des rapports du BAPE sur l'énergie éolienne appelant à proposer un projet socialement plus acceptable ou à privilégier un référendum, contenues dans les rapports 233, 264 et 267.

DEMIT propose une formulation participative originale du problème multicritère, notamment du point de vue de la liste des critères et indicateurs à considérer, et ajoute ainsi une contribution aux travaux réalisés jusqu'ici qui suggèrent d'analyser un projet en considérant plusieurs critères et/ou à partir d'une perspective de développement durable. Parmi ces travaux, mentionnons seulement : le projet « PoleSTAR », lancé en 1991 par le Stockholm Environment Institute; le logiciel « Water Evaluation and Planning System (WEAP) », lancé en 1988 par le Stockholm Environment Institute's Boston Center; ou le logiciel de l'application « Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments (NAIADE) », lancé en 1996 par le Joint Research Centre-EC, ISPRA SITE Institute for Systems, Informatics and Safety.

En ce qui concerne l'apport de la participation sociale, pour mieux refléter la réalité, DEMIT propose des catégories par type d'acteur et l'assignation d'un pourcentage de pouvoir décisionnel à chacune des catégories. Elle indique les moments spécifiques d'implication des acteurs concernés par le projet analysé et identifie les espaces indispensables à cette participation dans la prise de décision. La démarche dans son ensemble vise ainsi à éclairer les acteurs dans leur participation à la prise de décision.

DEMIT constitue ainsi un autre apport aux travaux existants et parmi lesquels on trouve notamment –en ordre chronologique– les auteurs suivants qui proposent différentes façons d'approcher le volet participatif : Leonardo Avritzer et ses travaux sur la démocratie et l'espace public (Avritzer, 2002); Jean-Pierre Gaudin avec son travail sur les limites d'une démocratie participative (Gaudin, 2007); Ana Simão avec son travail sur la planification et la participation publique (Simão, A. et *al.*, 2008); Pascal Oberti, avec son concept émergent d'AMCDP (Oberti, 2008); Carlo Prévil, avec son travail sur la participation publique dans la gouvernance du territoire (Prévil, 2009) ainsi que Bernard Roy, avec le concept de la co-construction dans la démarche de la prise de décision (Roy, 2009).

Dans cette recherche, nous avons fait un effort structuré pour répondre aux préoccupations des acteurs impliqués dans des projets de parcs éoliens, préoccupations qui, parfois, sortent du simple cadre de la localisation des turbines éoliennes, et demandent d'aborder des questions stratégiques relatives au développement des projets de parcs éoliens ainsi que la prise en compte des valeurs des acteurs.

De nouvelles recherches sur les caractéristiques qualitatives de l'évaluation des projets de parcs éoliens permettront de mieux valider les résultats obtenus.

ANNEXE A

PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES

Nous détaillons ici certaines étapes des modules AMCD, SIG et CS-CL (trois des quatre modules de l'approche DEMIT) réalisées pendant le test de l'approche (objectif 2) et non précisées dans l'article à publier (chapitre II) en raison d'un manque d'espace.

MODULE AMCD

Des précisions sur la définition du problème, la structuration des enjeux, le choix des critères, la pondération des critères, l'identification d'indicateurs, le choix des échelles de mesure et la matrice d'évaluation sont présentées ici.

Définition du problème : nous avons conçu une feuille de travail pour appuyer les participants dans leur réflexion sur les sources des problèmes de développement des projets de parcs éoliens.

Choix du poids des acteurs : les différentes propositions sur le partage de l'influence décisionnelle entre le secteur public, les experts, la société civile et le secteur privé ont servi de base à la discussion des participants pour arriver, finalement, à un choix commun.

Structuration des enjeux : nous avons basé notre étude de cas, entre autres, sur des informations de la consultation publique du projet à Baie-des-Sables. Cette information a été obtenue sur le site Web du BAPE et inclut le rapport 217²⁰. Ce rapport inclut aussi le projet à L'Anse-à-Valleau. Ces deux projets sont classés dans le même dossier du fait qu'ils ont été

²⁰ <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/tous/index.htm>

proposés par le même promoteur. Le site Web présente les documents tout en notant cette situation. Ainsi, les mémoires²¹ de chacun des projets se trouvent dans le même dossier. C'est pourquoi, nous avons pris en compte les mémoires des projets à Baie-des-Sables et à Anse-à-Valleau, ce qui a enrichi les enjeux à considérer.

Après avoir décelé les préoccupations contenues dans ces mémoires, et pour favoriser l'échange et la réflexion, une liste a été soumise aux acteurs. À la suite des discussions et des classifications, ces enjeux ont été divisés selon leurs dimensions environnementale, socioculturelle ou économique. Le volet technique du projet de parc éolien (distances séparatrices, réseau électrique et autres) est représenté dans la variante du projet choisie par le promoteur et se retrouve dans le scénario 1 à évaluer.

Choix des critères : les préoccupations décelées dans les mémoires ont servi à déterminer les critères associés aux différents enjeux, divisés selon leurs dimensions environnementale, socioculturelle ou économique. Des vérifications ont été faites pour déterminer si des recommandations normatives ou autres existaient déjà, telles que les distances séparatrices indiquées dans les RCI. Une fois les critères identifiés, ils ont fait l'objet de discussions à la table de dialogue et de négociation. Si le critère est validé, le travail se poursuit; sinon, le processus est recommencé. La structuration se poursuit le plus loin possible pour arriver à avoir des critères bien représentatifs des préoccupations exprimées par les acteurs impliqués dans le projet de parc éolien.

Pondération des critères : tel qu'indiqué dans Vazquez, Waaub et Ilinca (2013b), la pondération des critères sert à établir le système de priorités de chaque acteur correspondant à son système de valeurs. Pour ce faire, une feuille de travail a été conçue, permettant aux acteurs d'assigner une valeur d'importance à chaque critère (voir tableau A.1).

²¹ http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/eole-valleau-sables/documents/liste_documents-DT-DQ-DM.htm#DM

Tableau A.1 Pondération des critères

Dimensions	Structuration des critères	Critères		Pondération (%)
Sociale	Impact sur la santé et la sécurité.	1.	Exposition des résidences dans le domaine du parc, selon les distances séparatrices autorisées	
		2.	Diminution potentielle de l'espérance de vie, zone urbaine	
	Amélioration de la qualité du paysage. (Collaboration : Marie-José Fortin, Chaire de recherche du Canada en développement régional et territorial, UQAR)	3.	Lieux significatifs	
		4.	Appartenance au territoire	
		5.	Devenir du paysage	
	Prise en compte des valeurs et des besoins des populations	6.	Prise en compte des valeurs et des besoins des populations	
	Perception de la non-acceptabilité sociale	7.	Perception de la non-acceptabilité sociale	
	Sous-total			
Économique	Impact économique dans la communauté hôte.	8.	Avantages financiers locaux	
		9.	Impact négatif potentiel sur le tourisme	
		10.	Emplois	
	Avantages socio-économiques régionaux du projet.	11.	Avantages socio-économiques régionaux du projet.	
	Sous-total			
Environnementale	Dégradation du milieu physique	12.	Dégradation du milieu physique	
	Perte de la biodiversité	13.	Perte de la biodiversité	
	Sous-total			
Total				100

Identification des indicateurs : dans Vazquez, Waaub et Ilinca (2013b), tous les indicateurs ont été présentés et il a été établi que la conception de ces indicateurs a été basée sur une revue de littérature. Les lectures faisant partie de cette revue sont présentées ici.

Les indicateurs du critère *Impact sur la santé et la sécurité*, et ses deux sous-critères correspondants, sont basés sur :

- Wind Turbine Sound and Health Effects. An Expert Panel Review (Colby et *al.*, 2009)
- Environmental Noise and Health in the UK (Maynard et *al.*, 2010).
- Environmental Impacts of Wind-Energy Projects (Risser et *al.*, 2007).
- La filière éolienne au Bas-Saint-Laurent : un outil d'aide à la prise de décision dans le contexte municipal (Gendron et *al.* 2007.).
- Plan régional de développement du territoire public. Volet éolien. Gaspésie et MRC de Matane (Lauzon et *al.* 2004).
- Éoliennes et santé publique. Synthèse des connaissances (Blackburn et *al.*, 2009).

Les indicateurs du critère *Amélioration de la qualité du paysage*, et ses trois sous-critères correspondants, ont intégralement été conçus en collaboration avec Marie-José Fortin, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en développement régional et territorial, de l'UQAR. Les lectures associées sont :

- Le paysage en politique (Sgard et *al.*, 2010).
- L'évaluation environnementale de grands projets industriels : potentialités et limites pour la gouvernance territoriale (Fortin, 2009).
- La fermeture du paysage : au-delà du phénomène, petite chronique d'une construction sociale (Le Floch et *al.*, 2005).

- Le paysage comme patrimoine collectif : de la découverte à la mobilisation citoyenne (Fortin, 2006).
- Caractérisation et évaluation des paysages au Bas-Saint-Laurent : un outil de connaissance et de gestion du territoire (Ruralys et *al.*, 2008).

L'indicateur du critère *Prise en compte des valeurs et des besoins des populations* a demandé une réflexion basée sur la lecture des conclusions de 12 rapports du BAPE²² pour la période du 21 février 1997 au 14 juillet 2010 :

- Rapport 109 (21 février 1997);
- Rapport 190 (8 mars 2004);
- Rapport 216 (16 septembre 2005);
- Rapport 217 (16 septembre 2005);
- Rapport 231 (25 août 2006);
- Rapport 232 (15 septembre 2006);
- Rapport 233 (22 septembre 2006);
- Rapport 238 (16 février 2007);
- Rapport 255 (23 décembre 2008);
- Rapport 264 (8 janvier 2010);
- Rapport 267 (2 mars 2010) et
- Rapport 269 (14 juillet 2010).

²² Rapports pris dans la page Web du BAPE : <http://www.bape.gouv.qc.ca/>.

Les lectures sur lesquelles nous nous sommes basées pour l'indicateur du critère *Perception de la non-acceptabilité sociale* sont :

- La filière éolienne au Bas-Saint-Laurent : un outil d'aide à la prise de décision dans le contexte municipal (Gendron et *al.*, 2007).
- Énergie éolienne et acceptabilité sociale. Guide à l'intention des élus municipaux du Québec (Feurtey et *al.*, 2008)
- Carte²³ Catégories de sols agricoles du Québec méridional.
- Énergie éolienne au Québec : L'aspect de l'acceptabilité sociale lié au choix de modèle de développement (Audet, 2009).

Les textes suivants ont servi à aborder les indicateurs sur les critères en lien avec les impacts économiques dans la communauté hôte et *dans la région* :

- The Impact of Wind Power Projects on Residential Property Values in the United States: A Multi-Site Hedonic Analysis (Hoen et *al.*, 2009).
- Wind Energy Study – Effect on Real Estate Values in the Municipality of Chatham-Kent, Ontario (Canning and Simmons, 2010).
- Les retombées du développement de l'industrie éolienne au Québec (GPCO inc. et Thibodeau, 2006).
- Plan régional de développement intégré des ressources et du territoire (CREBSL, 2010).

Les indicateurs des critères *Dégradation du milieu physique* et *Perte de la biodiversité* ont été éclairés à l'aide des lectures suivantes :

²³ Réalisée par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. Recueil de cartes du Québec, 1977. http://www.irda.qc.ca/_ftbFiles/documents%20sur%20les%20sols/CarTE5_catEg.pdf

- Environmental Impacts of Wind-Energy Projects (Risser, 2007)
- Plan régional de développement du territoire public. Volet éolien. Gaspésie et MRC de Matane (Lauzon et *al.*, 2004).
- Liste des espèces de la faune désignées menacées ou vulnérables au Québec²⁴.
- Impacts des éoliennes sur les chauves-souris (Côté, 2006).
- Inventaire pour la protection des espèces végétales menacées ou vulnérables du milieu forestier (Petitclerc et *al.*, 2003).

Choix des échelles de mesure : ces échelles ont été construites à partir d’une analyse spatiale (échelle cardinale) combinée à un tableau Excel. De plus, une valeur numérique a été attribuée pour indiquer un ordre de classement (échelle ordinale). Ces types d’échelles de comparaison sont utilisés dans l’aide à la négociation multicritère (Maystre et Bollinger, 1999).

Pour les échelles ordinales, la revue de littérature indique les échelles suivantes :

- Nine-point scale : des échelons de 1 à 9 sont utilisés où 9 = extrême importance (Carrion *al.*, 2008) ou 9 = much more important (Shutidamrong et Lovett, 2008) ou 9 = restoration of natural habitats and compensation (Bojorquez-Tapia et *al.*, 2002).
- Ten-point scale : des échelons de 1 à 10 sont utilisés dans lesquels 10 = high preference (Chen et *al.*, 2001) ou 10 = unsuitable location (Baban and Parry, 2001).
- Recommandé, acceptable, non-acceptable (Simão et *al.*, 2008).
- Safe zone, low risk zone, high risk zone (Manzurul Hassan et *al.*, 2003).

²⁴ <http://www3.mrnf.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>

- At least one, at least a few, a few, identity, most, almost all, all (Malczewski, 2006a).
- High, medium, or low suitability (Malczewski, 2006b).
- At least one, at least a few, a few, identity, most, almost all, all (Borouhaki and Malczewski, 2008).
- Air quality : very clean – severely polluted (0 – 125)(Sumathi *et al.*, 2007).
- Favourable, uncertain, unfavourable (Joerin et Musy, 2000).

Dans notre cas, ces échelles ont représenté un repère pour la construction des échelles ordinales d'indicateurs non quantitatifs. Il a été décidé de ne pas utiliser un type *nine-point scale* du fait qu'un large éventail de possibilités exigeait plus de temps de discussion aux acteurs, le temps étant une contrainte pour cette recherche. De plus, un nombre plus restreint d'échelons permet un choix net entre les options proposées. Ainsi, seulement quatre échelons ont été choisis. Le nombre paire d'échelons évite l'utilisation d'une position moyenne et demande un choix clair.

Pour les échelles cardinales, l'analyse spatiale permet l'obtention de valeurs numériques ainsi que la réalisation d'opérations mathématiques. La sélection d'échelles cardinales pour les indicateurs quantitatifs a demandé une revue de littérature complémentaire à la construction d'indicateurs, dont les documents suivants :

- RCI 220-3-2007 (Règlement de contrôle intérimaire de la MRC de Matane).
- Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004 (Étude d'impact du parc éolien Baie-des-Sables).

Après cette revue de littérature, la construction d'échelons a été réalisée par une analyse spatiale complétée, lorsque nécessaire, par des calculs avec un classeur Excel.

Matrice d'évaluation : la matrice d'évaluation a été présentée dans Vazquez, Waaub et Ilinca (2013b). Elle montre tous les critères et les scénarios conçus ainsi que les

performances de chaque scénario sur chaque critère, au moyen des échelles de mesure associées.

Cette matrice d'évaluation doit être accompagnée de paramètres dans le logiciel utilisé : D-Sight. Pour notre étude de cas, ces paramètres sont : **type, critère à minimiser ou à maximiser, fonction de préférence, valeur absolue ou relative, préférence et pondération** de chaque acteur.

Le « **type** » fait référence aux deux possibilités d'évaluation que le logiciel D-Sight offre aux usagers²⁵ : soit une comparaison par paire, *Pair Wise*, ou par utilité, *Utility*. *Pair Wise* fait référence à la méthode retenue pour ce test, PROMÉTHÉE (voir Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013b) tandis que *Utility* fait référence à une autre méthode d'évaluation : *Multi-Attribute Utility Theory*²⁶ (MAUT).

Chaque critère sera à **minimiser** ou à **maximiser**.

La **fonction de préférence** est en lien avec le critère. Le critère, « c'est une référence par rapport à laquelle on mesure les conséquences d'une action » (Schärling, 1985, page 182). La méthodologie choisie, PROMÉTHÉE, propose six types de critères dont deux font partie de ceux retenus pour ce test. Ils sont décrits ci-dessous.

Le *vrai critère* « (sans paramètre) » (Schärling, 1985, page 184). Appelé aussi « *Type 1 : Usual Criterion* » (Brans et Mareschal, 2005, page 170) ou critère « *franc* » (Schärling, A., 1996, page 134) est sans paramètre à fixer. Selon ce type de critère, toute différence de performance entre deux scénarios pour un même critère entraîne automatiquement une préférence stricte (préférence ayant la valeur de 1) pour celui qui a la meilleure valeur. Il y a indifférence (préférence ayant la valeur de 0) lorsque les performances sont égales.

²⁵ <http://www.d-sight.com/manual/manual.html> Page Web consultée le 2 mars 2013

²⁶ <http://www.d-sight.com/manual/manual.html> Page Web consultée le 2 mars 2013.

Le *pré-critère* « (paramètre m) qui voit la préférence passer progressivement de 0 à 1... » (Schärling, 1985, page 184) en fonction de l'amplitude de l'écart observé entre les performances concernant deux actions,. Appelé aussi « *Type 3 : V-shape Criterion* » (Brans and Mareschal, 2005, page 170), avec un seuil d'indifférence égal à zéro (Schärling, A., 1996, page 134) et avec un paramètre à fixer, le seuil de préférence stricte.

Le premier critère, *Usual*, sera la fonction utilisée pour les échelles qualitatives, ordinales. C'est une fonction qui établit la préférence complète d'un scénario sur un autre dès qu'une différence de performance apparaît (ex. : appartenance à une classe). Le deuxième critère, *V-shape*, sera la fonction utilisée pour les échelles quantitatives, cardinales. C'est une fonction qui discrimine un scénario par rapport à un autre sur la base de la moindre différence d'écarts.

Pour ce qui est de la **valeur absolue ou relative**, le logiciel D-Sight permet de choisir entre des seuils basés sur l'échelle d'évaluation (absolue) ou sur des seuils en pourcentages (relatifs), respectivement. Du fait que ce test considère une échelle de mesure, l'évaluation est faite en mode absolu.

La **préférence** révèle la zone où un scénario sera préféré à un autre selon leurs évaluations respectives. Elle est calculée en fonction des fonctions de préférence choisies et varie d'une préférence faible à une préférence stricte. Pour le test de DEMIT, ces préférences sont associées aux types de données et aux fonctions de préférence qui sont associées à chaque critère et à son échelle de mesure.

Finalement, la **pondération des critères** est différente pour chaque acteur et constitue ses préférences particulières, ses priorités en fonction de son système de valeurs personnel ou organisationnel quand il représente une organisation.

MODULE SIG PARTICIPATIF

La méthodologie du module SIG participatif suit le schéma conceptuel de la figure A.2, faisant référence à l'obtention de données, à leur intégration, à leur traitement et à la production d'extrants. Ensuite, une fois les étapes validées par les acteurs, la procédure

multicritère continue dans le module AMCD de l'approche DEMIT. La validation indiquée peut, au besoin, être réalisée en présence ou au moyen de courriels ou de lettres envoyées par la poste.

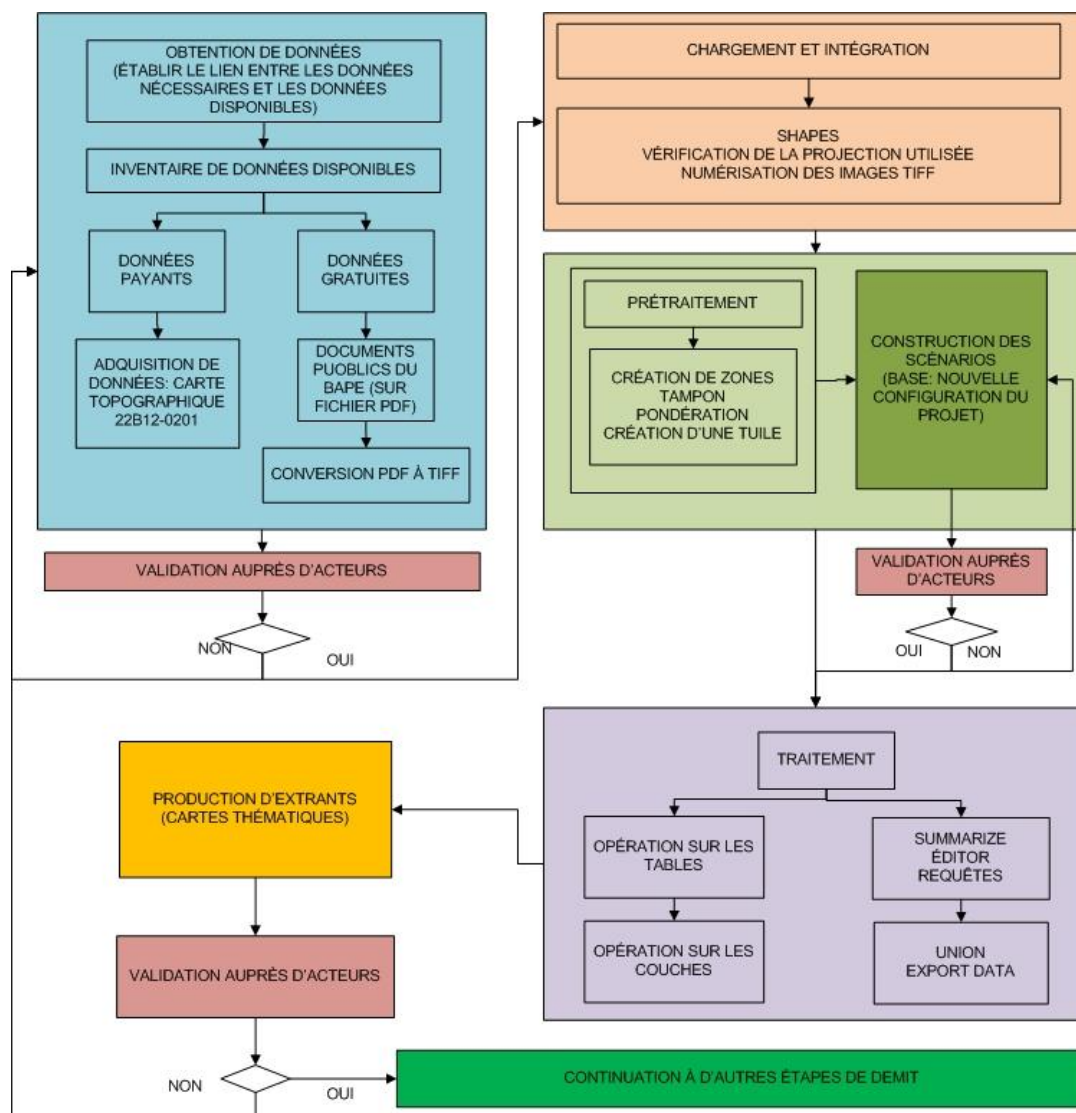


Figure A.1 Schéma conceptuel du module SIG participatif de l'approche DEMIT

MODULE CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES-CONNAISSANCES LOCALES (CS-CL)

Le dialogue a été la base de l'interaction entre les connaissances scientifiques et les connaissances locales. Les deux sont fondamentales à la construction de chaque module (AMCD, SIG, CS-CL et ICA). Les connaissances sont mobilisées dans tous les modules. Les interactions entre les acteurs en font ressortir de nouvelles. Ces connaissances sont incorporées et interagissent, tout en suivant un ordre et un moment spécifique.

ANNEXE B

COMPLÉMENT DES RÉSULTATS

Cette annexe présente un complément des résultats du test de DEMIT (objectif 2) non précisés dans l'article à publier (chapitre II) en raison d'un manque d'espace.

Deuxième objectif : Tester le modèle avec une étude de cas

Choix du poids des acteurs.

À partir d'une feuille de travail, les acteurs participants ont choisi un poids de pouvoir décisionnel égal pour chacun, peu importe la catégorie (experts, société civile, secteur privé ou secteur public) à laquelle ils appartenaient. Chaque acteur a reçu donc un pourcentage égal à 9,09 %. Ce pourcentage définit le Modèle numéro 1. Ainsi, la catégorie ayant le plus grand nombre de membres – la société civile – en bénéficie davantage. Les résultats détaillés du Modèle 1 ont été présentés dans Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013b. Par ailleurs, en raison des limites de cette recherche, la discussion sur l'analyse de préférence, la consolidation du jugement – incluant l'analyse de sensibilité et l'analyse de robustesse – et la décision concerne uniquement ce Modèle 1 et elle a été entièrement réalisée dans l'article indiqué.

Par ailleurs, trois choix de poids de pouvoir décisionnel sont suggérés (voir Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013b) et, par conséquent, trois modèles. Les résultats en ce qui concerne la classification des scénarios et des coalitions des acteurs (Plan GAIA) des Modèles 2 et 3 sont présentés dans cette même annexe (voir figures B.1 et B.2). Le Modèle 2 attribue 25 % du pouvoir décisionnel à chaque catégorie des acteurs (privé, public, société civile et experts). Dans le Modèle 3, 50 % du pouvoir décisionnel appartient au secteur privé, 25 % au secteur public, 12,5 % à la société civile et le 12,5 % restant aux experts.

Structuration des enjeux.

À la lecture des 33 mémoires indiqués dans la méthodologie générale, et pour avoir un premier aperçu, nous avons identifié les préoccupations qui y sont exprimées :

1. Accidents de circulation.
2. Accomplir les objectifs de production (optimiser la configuration : non pas toutes les superficies possèdent le même potentiel éolien; par exemple, sur 65 km² le potentiel n'est pas distribué uniformément).
3. Amélioration de l'accès routier, réaménagement des chemins, dû aux travaux réalisés lors de la construction du parc.
4. Aménagement des paysages plutôt que protection des paysages et en conformité avec les attentes des communautés.
5. Apparition de problèmes d'incompatibilité d'usage. En 2002, lors du premier appel d'offres de 1000 Mégawatts d'énergie éolienne, la ville de Gaspé ne comptait pas avec une réglementation pour encadrer l'usage éolien du territoire.
6. Appel d'offres pour les entreprises de la région (expert-conseil).
7. Banalisation du paysage (alignement des éoliennes, lignes électriques = structures industrielles similaires).
8. Baisse du prix des maisons (en Europe : les habitations situées à 500 m d'une éolienne sont invendables).
9. Bonne productivité des gisements éoliens.
10. Compensation écologique (revitalisation des milieux dégradés).
11. Compensations justes pour tous – incluant l'impact visuel sur les citoyens qui ne reçoivent pas de redevances.
12. Conflits d'usage. 1) Agriculture-éolien : clause interdisant la construction d'un silo permettant d'alimenter des animaux près d'une éolienne; construction d'usines sur des terres arables. 2) Tourisme-éolien : manque d'un plan pour protéger l'industrie touristique – de haute importance économique – qui repose sur la qualité des paysages; aperçu sommaire des impacts potentiels des parcs éoliens sur les paysages de la Gaspésie et de l'industrie touristique de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. Dans la période 2002-2010, les dépenses touristiques ont été de 1,9 milliard de dollars. Pour sa part, les investissements totaux de 1000 MW éoliens (2006-2012) sont calculés à 2,1 milliards de dollars (colloque AQPER). Il n'existe pas d'étude d'impact visuel sur le tourisme maritime.
13. Conflits d'utilisation du territoire. (Relocalisation des résidences déjà établies versus relocalisation des éoliennes.) (Industrie éolienne versus industrie touristique.)
14. Connaître les besoins réels en énergie.
15. Connaissance des besoins réels en énergie. Consultation avant l'application du développement de la filière éolienne.
16. Consultation à un niveau de planification stratégique, pas après les faits.
17. Consultation auprès des impliqués.
18. Contrats : 20 ans, pouvant être renouvelés pour aller jusqu'à 50 ans.

19. Crédits de carbone (cycle complet du carbone lors de toutes les étapes : construction, opération, démantèlement).
20. Charges financières à long terme pour les municipalités : démantèlement, enfouissement sanitaire, détérioration des routes, entretien des chemins aux frais des contribuables.
21. Chasse : l'étude d'impact ne s'est pas intéressée ni aux orignaux ni aux chevreuils.
22. Choix d'un partenaire privé reconnu et impliqué dans l'exploitation des parcs éoliens.
23. Db à la distance de 200 m du sentier international des Appalaches.
24. Des lois pour exiger et non pas pour faire des recommandations ou des suggestions au promoteur du projet = approbation du projet en vertu du plan d'implantation et d'intégration architecturale (PIA). Respect des lois et règlements existants (SDA, PIA, RCI éolien, RCI forêt, protection des rives, du littoral et des plaines inondables des lacs et cours d'eau, PPMV, plan d'urbanisme, plan d'implantation et d'intégration architecturale [articles 5 et 6 de l'objectif 2 : fils souterrains et aménagement paysager]).
25. Déversements de produits, d'huile (altération de l'eau potable).
26. Développement éolien selon les droits – ignorés – de la nation Mi'gmaq : demande de consultation selon le protocole des Premières nations (le Plan régional de développement du territoire public, volet éolien, ne l'a pas pris en compte) et demande d'adaptation des consultations du BAPE au protocole de consultation des Premières nations.
27. Développement de l'éolien sans bien connaître les besoins réels en énergie.
28. Développement d'une main-d'œuvre québécoise qualifiée dans le secteur éolien.
29. Prise en compte d'une distance séparatrice entre les résidences et les éoliennes.
30. Diversification des activités économiques (tourisme plus « éolien ») : création d'usines (assemblage et fabrication de composantes).
31. Effet stroboscopique (lumière sur les pales = nausées, épilepsie chez les personnes fragiles), donc distance séparatrice de plus de 2 km.
32. Effet sur le tissu social (après projet / balance de pouvoir / propriétaires de terrain).
33. Élaboration d'un cadre d'implantation basé sur la protection et l'aménagement des paysages et non sur l'exploitation de l'énergie éolienne.
34. Élaboration d'un Plan de développement éolien global. Plan d'ensemble et des normes précises.
35. Élaboration d'un plan de paysages à conserver et mise en marche.
36. Emplois : De quels types? Dans quelles conditions salariales?
37. Éoliennes autorisées à une distance de 200 mètres du sentier international des Appalaches.
38. Éoliennes, plus de monuments que de bâtiments.
39. Équité de traitement pour tous les propriétaires fonciers.

40. Établissement de la filière éolienne en région : diminution de l'exode des personnes vers autres régions grâce aux sources de travail en région tout en favorisant une vie sociale dynamique et le maintien des écoles.
41. Établissement d'un comité de suivi (avis public, invitation aux citoyens).
42. Étape de construction du parc : si lors de la haute saison de tourisme, il y a un grand achalandage routier, des poids lourds, etc., et, par conséquent, perte de revenus pour l'industrie touristique.
43. Exclusion de la nation Mi'gmaq des bénéfices de l'exploitation des ressources naturelles.
44. Exploitation des sources alternatives d'énergie.
45. Actions pour faire connaître au promoteur les attentes de la ville à l'égard de son projet. Inclure un chapitre sur l'usage éolien dans le PIA de la ville de Gaspé.
46. Actions pour faire de l'éolien un attrait : zone touristique de l'énergie verte. Une multiplicité de petits parcs sur des grandes distances attire les touristes (Angleterre, Californie, Allemagne, France : gros parcs totalisant 1000 unités). Création des centres d'interprétation sur l'énergie éolienne.
47. Actions pour faire du Québec un chef de file dans le secteur éolien.
48. Faisabilité du projet.
49. Actions pour favoriser des retombées locales et régionales.
50. Actions pour favoriser la création d'emplois (main-d'œuvre locale, baisse du taux de chômage) et donner priorité aux entrepreneurs et fournisseurs locaux, achats de biens et de services régionaux.
51. Actions pour favoriser la propriété régionale des parcs éoliens.
52. Actions pour favoriser la réalisation d'un appel d'offres régionale.
53. Actions pour favoriser le développement des parcs éoliens loin des zones habitées, dans des sites à très faible densité de population, donc, pour favoriser la compatibilité de la filière éolienne avec la vocation agricole du territoire (zone peu peuplée).
54. Actions pour favoriser l'efficacité énergétique. Bonnes habitudes de consommation d'énergie.
55. Actions pour favoriser l'information et la communication.
56. Filière compétitive au niveau économique.
57. Garantie de renonciation d'acquisition des terrains. Renonciation formelle, dans les contrats. Explication sur les droits d'acquisition des propriétés en vertu de l'article 1116 du Code civil.
58. Impacts électromagnétiques.
59. Implantation des éoliennes en fonction de critères architecturaux, paysagers et même artistiques.
60. Implication avec la communauté, honnêteté, transparence. « Qualité » du promoteur : un promoteur sur lequel la population exprime sa confiance.
61. Infrasons (bruit sourd rapproché du rythme cardiaque = irrégularité du pouls = états anxieux).
62. Incendies.

63. Installation permanente distribuée en harmonie avec la topographie. Éoliennes peu visibles (escarpement du terrain et végétation existante), elles s'intègrent aux paysages.
64. Intégration de l'industrie éolienne au milieu local. Harmonisation du plan de développement éolien avec celui du potentiel touristique.
65. Interférences sur le réseau de télécommunications. Signaux de télévision perturbés.
66. L'air et l'eau sont des biens publics.
67. La protection du territoire agricole a primé la protection de l'environnement.
68. Le territoire rural est de plus en plus fragile et sensible, il a besoin d'un aménagement structuré et structurant du territoire : consultations régionales de grande envergure menant à des consensus pour donner une vision à court, moyen et long terme sur le développement de la région.
69. Les éoliennes ne sont pas taxables sur le plan municipal. Montant fixé pour les redevances (compensation annuelle et droit de bienvenue).
70. Lignes électriques à proximité du parc.
71. Manque de connaissances sur : la caractérisation de l'habitat du poisson, la densité de la faune ailée, sur les corridors de migration des oiseaux, sur l'inventaire d'hiver pour la faune aviaire; une meilleure connaissance de la migration nocturne des oiseaux et des insectes, la caractérisation d'espèces menacées ou vulnérables et d'intérêt.
72. Manque d'évaluation des impacts cumulatifs des projets éoliens (dans la Gaspésie et dans le Bas-Saint-Laurent).
73. Manque de génération d'emplois de haut niveau.
74. Manque de caractérisation des paysages sensibles.
75. Manque de la prise en compte des impacts de projets d'éoliennes sur l'industrie touristique ailleurs dans le monde.
76. Manque de vue d'ensemble de l'intégration de l'éolien sur le territoire. Manque d'un plan de développement global de l'éolien.
77. Manque d'une analyse pointue de l'impact des éoliennes sur le paysage. Impact visuel dû à la modification du paysage, pollution visuelle.
78. Manque d'une étude d'impact des projets d'éoliennes sur l'ensemble des paysages côtiers de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent.
79. Manque d'une politique claire en matière d'exportation d'électricité.
80. Manque d'une vision d'ensemble et d'un plan d'intégration pour protéger les paysages dans l'implantation de l'énergie éolienne.
81. Manque du respect des principes du développement durable.
82. Mauvais choix du site d'implantation des parcs.
83. Méconnaissance de certains sondages affirmant que les parcs éoliens dans une région touristique reconnue pour la beauté de ses paysages sont un facteur d'attraction négatif du point de vue des touristes. Éoliennes, attrait touristique juste quand elles sont nouvelles.
84. Mesures adoptées pour protéger l'environnement, par exemple, réduction de la largeur des chemins d'accès (de 35 à 24 pieds).
85. Nationalisation de l'énergie éolienne (Éole-Québec).

86. Manque de conservation en forêt privée de zones tampons autour du sentier international des Appalaches.
87. Non-stipulation de clauses de confidentialité dans les contrats.
88. Optimisation du revenu de la vente de l'énergie produite.
89. Pas de grands impacts négatifs sur l'environnement. Risques environnementaux minimes.
90. Pas de répercussions néfastes sur le site historique.
91. Pas de véritable développement de la haute technologie – fabricant de basse technologie. Perte de budgets pour soutenir le développement de haute technologie.
92. Parc dans un territoire peu fréquenté.
93. Patrimoine paysager. Paysage : fais partie du patrimoine et de la culture, et constitue une ressource et un bien collectif. Les interventions sur le paysage doivent contribuer au maintien de la qualité de vie, révéler l'identité culturelle locale et développer un sentiment d'appartenance au milieu.
94. Pertes de superficies productives agricoles et forestières. Réalité du nord de la Gaspésie : 80 % des terres est privé.
95. Perte directe d'habitats dans les lieux d'installation d'équipements. Manque de caractérisation des types de superficies perdues (forêts, forêts mûres, milieu humide, aires protégées, écosystèmes forestiers exceptionnels, etc.).
96. Pertinence de l'information avant la prise de la décision.
97. Perturbation microclimatique. Changements microclimatiques dus aux turbulences des éoliennes qui assèchent le sol et modifient les écosystèmes.
98. Pollution auditive /Bruit des éoliennes/ Niveau d'augmentation du bruit (de 40 DB à une distance de 500 m) avec l'usure et le temps.
99. Population tardivement consultée.
100. Possible achat des terres par les compagnies.
101. Possibilité d'avantages financiers pour les institutions d'enseignement, demande de financement pour des recherches, etc.
102. Possibilité d'identification des régions propices. Privilégier la région de Murdochville pour implanter les mégaparc.
103. Mis en lumière de la nature du partenariat et des redevances.
104. Préférence de l'énergie éolienne face à d'autres ressources énergétiques polluantes. Perception favorable de l'éolien. Peu d'impacts à long terme (sauf visuel et sur la faune aviaire).
105. Préservation de l'exploitation des ressources fauniques (chasse et pêche).
106. Priorisation des retombées communautaires.
107. Prise en compte de l'avis des experts sur les impacts réels sur le paysage.
108. Promotion d'institutions d'enseignement du secteur éolien.
109. Propriété coopérative ou régionale des parcs. Alliance entre l'entreprise d'État et l'entreprise privée.
110. Publication des suivis.
111. Québec : des contrats avec des tarifs promoteur-propriétaire : les plus bas au monde.
112. Redevances aux propriétaires de terrains.
113. Réduction des émissions qui provoquent les changements climatiques.

114. Règles à établir autant sur les terres publiques que sur les terres privées.
115. Réinvestissement en faveur de la faune : inventaires des oiseaux.
116. Relocalisation des éoliennes (non au sommet des pentes).
117. Respect de la volonté des propriétaires de terrains tout en rencontrant les objectifs de production de l'entreprise (configuration du parc à partir des préférences des propriétaires).
118. Respect de la qualité des paysages en bordure de la route 132 (corridor touristique de la route 132). Aucune éolienne entre la mer ou le Saint-Laurent et la route 132.
119. Respect des lois et normes environnementales.
120. Respect de l'optique de la Politique du Québec sur le tourisme et le développement durable.
121. Respect des produits touristiques de la Gaspésie centrés sur l'observation du paysage créateur d'émotion chez les touristes.
122. Respect de toutes les lois applicables au secteur éolien.
123. Respect du budget d'aménagement.
124. Retombées économiques pendant 20 années (durée de vie du projet).
125. Risque de détérioration de la qualité des sols et des eaux (déversement d'hydrocarbures et fuites d'huile, érosion associée au réseau routier, exploitation de gravier, construction en béton). Déforestation (accès, aires de travail, lignes de transport d'énergie. Cimetières d'éoliennes (art. 1116 du Code Civil du Québec : enlever les infrastructures... Sauf si lesdites infrastructures ont plus de valeur que le terrain... = la compagnie peut acheter le terrain pour la valeur d'évaluation et y laisser ses infrastructures).
126. Risque potentiel pour la faune (terrestre, aviaire, aquatique). Les animaux sont plus sensibles que l'être humain aux infrasons. Faune ailée : avifaune et chiroptères (risque de mortalité par collision et par perte d'habitat).
127. Sessions hiver / été (conditions différentes, différents impacts).
128. Suivi sur la migration des oiseaux. Suivi sur la mortalité des oiseaux.
129. Trafic lourd, vitesse excessive, poussières.
130. Traitement équitable envers toute personne, d'un projet à l'autre (rémunération : tous sur la même base).
131. Un site patrimonial de grande valeur (phare de Pointe-à-la-Remommé) est un produit touristique structurant pour l'économie de la région.
132. Valeur historique du paysage culturel.
133. Versements financiers aux municipalités : contribution volontaire annuelle, fonds de visibilité de 30 000 \$ aux municipalités, accord d'équité qui prévoit les mêmes avantages si des contributions plus avantageuses sont allouées ailleurs.
134. Voies d'accès existantes à proximité du parc.
135. Atteinte d'objectifs du protocole de Kyoto*.
136. Lutte contre les changements climatiques ((cycle de vie – bilan énergétique de l'éolien).*
137. Quantité de CO₂ évitée*.

Ensuite, les préoccupations ont été structurées par enjeu, dont 86 appartiennent à la dimension socioculturelle, 34 à la dimension économique et 17 à la dimension environnementale.

La liste des préoccupations inclut cinq reliées à la question des changements climatiques :

1. Réduction des émissions favorables aux changements climatiques.
2. Crédits de carbone.
3. [Atteinte d'objectifs du protocole de Kyoto.](#)
4. [Lutte contre les changements climatiques, efficacité par rapport au cycle de vie – bilan énergétique – de l'éolien.](#)
5. [Quantité de CO₂ évitée.](#)

De l'avis des acteurs, la première des cinq a été réservée pour une préoccupation en lien avec la perception de l'acceptabilité sociale. La deuxième des cinq a été réservée pour une préoccupation concernant l'impact économique dans la communauté hôte. Les trois dernières – en bleu – ont été classifiées dans la dimension environnementale. Cependant, à la suite d'une discussion, la table de dialogue et négociation a décidé de ne pas les inclure dans le choix de critères et de considérer seulement 14 préoccupations environnementales. Pour prendre cette décision, une recherche d'informations sur le bilan énergétique de l'éolien a été réalisée dans le Web.

Ledit bilan (énergétique incluant les émissions de CO₂) est positif²⁷ du fait que, pour une éolienne moderne, l'énergie nécessaire à sa fabrication, son transport, son installation, sa maintenance et son démantèlement sont récupérés en de 2 à 3 mois de fonctionnement²⁸. Étant sa vie moyenne de 20 ans, le bilan énergétique de l'éolien s'avère écologique.

²⁷ <http://www.windpower.org/en/>. Site Web consulté le 17 juin 2010.

²⁸ http://www.notre-planete.info/ecologie/energie/energie_eolienne_0.php. Site Web consulté le 20 mars 2012.

Ce regroupement a permis d'identifier huit critères : Impact sur la santé et la sécurité, amélioration de la qualité du paysage, prise en compte des valeurs et des besoins des populations, perception de l'acceptabilité sociale, impact économique dans la communauté hôte, avantages socio-économiques régionaux du projet, dégradation du milieu physique et perte de biodiversité (voir annexe C : tableau synthèse et feuilles des critères). Finalement, cette structuration des enjeux a été validée par les acteurs.

Par ailleurs, trois critères ont été inspirés du projet *Suivi des indicateurs de l'aménagement durable des forêts* du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (projet INDI)²⁹, ce qui a permis de réaliser cette étape plus rapidement que prévu du fait de compter avec des critères déjà structurés et éprouvés. Ces critères, identifiés en mauve sont :

1. Prise en compte des valeurs et des besoins des populations
2. Avantages socio-économiques régionaux du projet
3. Perte de biodiversité

Ensuite, ces huit critères ont été précisés davantage, pour mieux représenter les préférences des acteurs. Ainsi, l'impact sur la santé a été divisé en deux sous-critères, l'amélioration de la qualité du paysage en trois et l'impact économique dans la communauté hôte en trois. Cela a donné lieu à la proposition finale, qui inclut un total de 13 critères.

²⁹ <http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/accueil.asp>. Page Web consultée le 17 juin 2010

Choix des critères.

Les 13 critères sont présentés dans le tableau B.1

Tableau B.1 Critères proposés par DEMIT, classifiés selon les dimensions du développement durable.

DIMENSION	CRITÈRE	SOUS-CRITÈRE (devient un critère)
Sociale	1. Impact sur la santé et la sécurité.	1. Exposition des résidences dans le domaine du parc.
		2. Diminution potentielle de l'espérance de vie.
	2. Amélioration de la qualité du paysage. (Collaboration : Marie Josée Fortin, Chaire de recherche du Canada en développement régional et territorial, UQAR)	3. Lieux significatifs.
		4. Appartenance au territoire.
		5. Devenir du paysage.
Économique	3. Prise en compte des valeurs et des besoins des populations.	6. Prise en compte des valeurs et des besoins des populations.
	4. Perception de la non-acceptabilité sociale.	7. Perception de la non-acceptabilité sociale.
		8. Avantages financiers locaux.
		9. Impact négatif potentiel sur le tourisme.
		10. Emplois.
Environnementale	5. Impact économique dans la communauté hôte.	11. Avantages socio-économiques régionaux du projet.
	6. Avantages socio-économiques régionaux du projet.	
	7. Dégradation du milieu physique.	12. Dégradation du milieu physique.
	8. Perte de la biodiversité.	13. Perte de la biodiversité.

Dans ces critères, l'exposition des résidences dans le domaine du parc fait référence aux préoccupations concernant les résidences se trouvant à 500 m ou moins des éoliennes. La diminution potentielle de l'espérance de vie fait référence aux préoccupations sur les résidences à 750 m des éoliennes. Cela pour illustrer deux cas de distances séparatrices. La première indiquée dans le Règlement de contrôle intérimaire (RCI) de la MRC de Matane – et à l'intérieur du domaine du parc – et la deuxième, supérieure à 500 m et hors du domaine du parc éolien. Ce critère met en évidence qu'il existe de situations tant à l'intérieur qu'à

l'extérieur dudit domaine. Les lieux significatifs, l'appartenance au territoire et le devenir du paysage font référence aux multiples préoccupations exprimées à propos du paysage. La prise en compte des valeurs et des besoins des populations fait référence à la demande d'implication dans la prise de décision. La perception de la non-acceptabilité sociale – perception sur la base du territoire agricole – fait référence à la concurrence de différents projets sur un même territoire. Les avantages financiers indiquent les préoccupations concernant la répartition des retombées aux niveaux local et régional. Finalement, la dégradation du milieu physique et la perte de la biodiversité font référence aux préoccupations environnementales.

Échelles de mesure.

Les échelles de mesure ont été présentées à la table de dialogue et négociation pour leur validation. Les échelles de mesure de chaque indicateur sont présentées ici.

Il faut rappeler que :

- Le scénario 1 fait référence à l'implantation de 73 turbines de 1,5 MW chacune.
- Le scénario 2 fait référence à l'implantation de 38 turbines de 1,5 MW chacune.
- Le scénario 3 fait référence à l'implantation de 38 turbines de 3 MW chacune.
- Le scénario 4 est la non-construction du parc éolien, soit 0 turbine.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 1 (Tableau B.2).

Critère : Exposition des résidences dans le domaine du parc, selon les distances séparatrices.

Indicateur : Nombre de bâtiments à 500 m ou moins des éoliennes, dans le domaine du parc.

Cette distance a été sélectionnée en tenant compte du RCI de Matane (RCI 220-3-2007) qui, à la page 4, dit : « En dehors des périmètres d'urbanisation, toute éolienne doit être située à au moins 500 mètres de toute résidence et aucune nouvelle résidence ne peut être implantée dans cette bande de protection de 500 mètres ».

Ensuite, grâce à une requête spatiale et à la base de données créée, on a comptabilisé, dans le domaine du parc et pour chaque scénario, le nombre de bâtiments ne respectant pas cette distance. Pour le scénario 1, quant à l'emplacement de 73 turbines de 1,5 MW c/u, on en trouve 7 (voir annexe D1). Un total de 158 bâtiments se trouvent dans le domaine du parc (voir annexe D2).

Des 7 bâtiments trouvés, pour valoriser les écarts, un facteur égal à 22,57 a été utilisé pour associer l'échelle au nombre total de bâtiments qui se trouvent dans le domaine du parc, soit 158 ($7 \times 22,57 = 158$). Il s'agit d'un facteur symbolique concernant le total des bâtiments dans le domaine du parc.

Il est important de souligner que le parc éolien qui fait l'objet du test de l'approche DEMIT –Baie-des-Sables – a été mis en opération en novembre 2006³⁰ et que, dans son étude d'impact sur l'environnement, à la page 3-2, on peut lire : « L'emplacement des turbines respecte les distances minimales suivantes :... 500 mètres de toute résidence » (Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004).

La contradiction entre ce qui est dit dans l'étude d'impact (0) et les sept bâtiments trouvés dans la couche provenant de la carte topographique 22B12-0201 pourrait venir d'une actualisation de l'information de 2005 à l'année de l'achat de la carte – 2010 – ou du fait que les bâtiments indiqués dans la carte 22B12-0201 ne soient pas des résidences. Cependant, pour ces 7 bâtiments trouvés, ladite carte indique – dans la description – « Bâtiment ». En raison des limites de cette recherche, aller sur le terrain pour les vérifier n'était pas une option envisageable. En conséquence, les sept bâtiments identifiés dans la requête spatiale ont été considérés.

³⁰ <http://www.cartierenergie.com/cartier-energie.aspx?sec=7>, page d'internet consultée le 18 mars 2013.

Ainsi, la division de l'échelle de cet indicateur, qui varie de 0 à 158, est définie comme suit et avec un écart quasi proportionnel de 50 unités :

Tableau B.2 Construction des échelons pour évaluer le critère 1 « diminution potentielle de l'espérance de vie »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Nombre de résidences	158	0	0	0

ÉCHELLE

Aucun : 0

Bas : 50

Moyen : 100

Haut : 158

Il s'agit donc d'une échelle quantitative sur la base exclusive d'une analyse spatiale.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 2 (Tableau B.3).

Critère : Diminution potentielle de l'espérance de vie.

Indicateur : Nombre de bâtiments à 750 m des éoliennes

Pour construire cette échelle, toutes les résidences dans un rayon de 750 m des éoliennes – peu importe qu'elles soient incluses ou non dans le domaine du parc – sont considérées. Cette distance, arbitraire dû aux limites de cette recherche, illustre le cas d'une distance supérieure au RCI de Matane et reflète les préoccupations exprimées dans les mémoires des audiences publiques sur ce parc. D'après la requête spatiale faite, un total de

150 bâtiments est concerné pour le scénario 1 (voir annexe D4). Le total pour les scénarios 2 et 3 est de 78 bâtiments chacun (résultat non illustré sur une carte du fait que c'est la même procédure que pour le scénario 1). La division de l'échelle varie donc entre 0 et 150 unités, avec un écart quasi proportionnel de 38 unités.

Tableau B.3 Construction des échelons pour évaluer le critère 2 « lieux significatifs »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Nombre de résidences	150	78	78	0

ÉCHELLE

Aucun : 0

Bas : 40

Moyen : 78

Haut : 150

Ainsi, il s'agit d'une échelle quantitative sur la base exclusive d'une analyse spatiale.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 3.

Critère : Lieux significatifs.

Indicateur : Poursuite des pratiques dans les lieux significatifs.

ÉCHELLE.

1. Non
2. Oui, dans peu d'endroits
3. Oui, dans la plupart des endroits
4. Oui, dans tous les endroits

Il s'agit d'une échelle qualitative – transposée à des valeurs numériques – représentant quatre manières différentes, dont la construction des scénarios du parc éolien changerait – ou non – les pratiques habituelles dans des lieux représentatifs pour la population. Ces pratiques représentent le vécu dans le territoire et son utilisation matérielle.

Les échelons de 1 à 4, en nombre réduit et pair, ont été sélectionnés afin d'obliger à prendre nettement une position. D'abord, il s'agit d'une décision *oui/non* pour ensuite noter la force du *oui*.

Échelle mesure de l'indicateur du critère 4.

Critère : Appartenance au territoire.

Indicateur : Continuité du sentiment d'appartenance et capacité à s'identifier au territoire

ÉCHELLE

1. Non
2. Bas
3. Moyen
4. Haut

Il s'agit d'une échelle qualitative – transposée à des valeurs numériques – représentant quatre manières différentes, dont la construction des scénarios du parc éolien changerait – ou non – les liens culturels établis dans le territoire.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 5.

Critère : Devenir du paysage.

Indicateur : Confiance à ce que les autorités ont la capacité de maîtriser le devenir du paysage vu comme bien collectif.

ÉCHELLE

- 1. Non
- 2. Bas
- 3. Moyen
- 4. Haut

Il s'agit d'une échelle qualitative – transposée à des valeurs numériques – représentant quatre différentes manières dont, dû à des conditions sociopolitiques spécifiques, la construction d'un ou d'autres scénarios du parc éolien impacteront – ou non – la qualité du paysage. Il s'agit donc de la sphère sociopolitique du paysage.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 6.

Critère : Prise en compte des valeurs et des besoins des populations

Indicateur : Stabilité de la collectivité

Comme indiqué dans Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013b, pour l'identification d'indicateurs, les 12 conclusions des rapports du BAPE pour la période 1997-2010 ont été analysées. Dans ces conclusions, les observations suivantes sont faites sur ces projets éoliens proposés : *certaines modifications à apporter, réalisation souhaitable, mais des mesures à prendre, acceptable avec des conditions à respecter, le rendre acceptable, ne peut pas être réalisé, proposer un projet socialement plus acceptable, réaliser une variante de la configuration du parc, apporter des améliorations, référendum à privilégier (plan social), référendum à considérer (plan social) et pas d'objections majeures dans le milieu d'insertion.*

Il a été observé que, entre 1997 et 2010, les conclusions des rapports du BAPE au sujet des projets éoliens portaient, en général, sur la façon de dissiper les incertitudes concernant des enjeux majeurs. En 2006, un projet a été effectué en contravention de la réglementation en vigueur de la MRC correspondante. En 2010, il est indiqué que des projets sont acceptables sur le plan biophysique et économique. Par contre, une problématique particulière a été identifiée sur le plan social, et on peut y rencontrer les expressions : impact psychosocial, détérioration des relations entre partisans et opposants du projet, réalisation de référendum pour connaître la position réelle de la population sur le projet. Ainsi, les expressions retrouvées dans ces conclusions au sujet des inconforts de la population ont été prises en compte pour construire cette échelle.

ÉCHELLE (d'après les conclusions des rapports des projets éoliens du BAPE)

1. Détérioration des relations entre les citoyens et division de la communauté
2. Tension dans la communauté avec sentiment d'injustice et d'iniquité
3. Population inquiète
4. Aucune tension

Ainsi, pour mesurer ce critère 6, une autre échelle qualitative a été créée – transposée à des valeurs numériques – représentant quatre différentes manières dont la construction d'un

ou d'autres scénarios du parc éolien affecteraient – ou non – la stabilité de la collectivité hôte du projet éolien.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 7 (Tableau B.4).

Critère : Perception de la non-acceptabilité sociale.

Indicateur : Superficie des terres agricoles touchées.

Ces superficies touchées correspondent à l'emplacement de la turbine, aux chemins d'accès et à l'électrification souterraine. Bien qu'il existe d'autres activités, ces trois sont considérées comme celles requérant le plus d'espace pour le projet éolien et ils sont décrits comme suit :

- L'emplacement de la turbine : celui-ci nécessitant de recevoir la plateforme de grue et le socle de béton, superficie approximative de 100x200 m² (Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004, p. 3-8).
- La route à construire – chemin d'accès : requiert une bande de 10 m. (Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004, p. 3-9).
- L'électrification souterraine : requiert une bande de 8 m. (Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004, p. 3-9).

La construction de cette échelle tient compte de ces trois considérations afin d'illustrer une façon d'aborder cette préoccupation. Par ailleurs, il faut remarquer que l'étude d'impact sur l'environnement de ce parc indique que « plus de 95 % » de la superficie agricole touchée à cause de l'emplacement de la turbine sera remise en production « dès la deuxième année » (page 5-26). Cependant, en raison des limites de cette recherche, aucune considération à ce sujet – remise en production dans la durée de vie du projet – ne sera faite, et les résultats directs de l'analyse spatiale seront utilisés pour construire les échelons.

Tableau B.4 Construction des échelons pour évaluer le critère 7 « perception de la non-acceptabilité sociale »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
TOTAL superficie touchée (ha)	159	84	108	0

ÉCHELLE

1. Aucune : 159
2. Bas : 108
3. Moyen : 84
4. Haut : 0

Ainsi, les échelons correspondent à chacune des superficies comptabilisées. Un écart de quasi 40 unités est observé.

Il s'agit donc d'une échelle quantitative sur la base d'une analyse spatiale et d'un classeur Excel pour comptabiliser les superficies (voir annexe D5 pour la carte et annexe E1 pour les calculs). Les résultats des scénarios 2 et 3 ne sont pas illustrés sur une carte du fait que c'est la même procédure que pour le scénario 1.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 8 (Tableau B.5).

Critère : Avantages financiers locaux

Indicateur : Montant total potentiel des avantages financiers (municipalité et citoyens)

Tableau B.5 Construction des échelons pour évaluer le critère 8 « avantages financiers locaux »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
TOTAL (\$ x 10³)	139,5	87	144	0

ÉCHELLE

Aucun : 0

Bas : 87

Moyen : 110

Haut : 144

Ainsi, il s'agit d'une échelle quantitative sur la base d'une analyse de coûts par année. La base de ce coût est de 1000 \$ par mégawatt auquel s'ajoute un fond de visibilité de 30 000 \$ par année (voir annexe E2). Cette base illustre une façon de procéder au calcul des avantages financiers potentiels, mais d'autres bases auraient pu être prises en compte en incluant des montants spécifiques pour les loyers aux propriétaires des terrains.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 9 (Tableau B.6).

Critère : Impact négatif potentiel sur le tourisme

Indicateur : Impact dans le paysage pour l'écotourisme

Tableau B.6 Construction des échelons pour évaluer le critère 9 « impact négatif potentiel sur le tourisme »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Impact	329	175	175	0

Le parc éolien Baie-des-Sables s'étend sur deux catégories de paysage : Les-terrasses et Les-Couteaux-et-collines (Ruralys et *al.*, 2008). Les nombres d'éoliennes sur l'une et l'autre ont directement été comptabilisés sur l'Atlas contenu dans son DVD didactique, ensuite multipliés par un facteur de qualité esthétique (voir annexe E3).

ÉCHELLE

Aucun : 0

Bas : 90

Moyen : 175

Haut : 329

Il s'agit d'une échelle quantitative sur la base d'une analyse spatiale et d'un autre sur classeur Excel, tout en considérant des catégories de paysage.

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 10 (Tableau B.7).

Critère : Emplois

Indicateur : Nombre potentiel d'emplois locaux

Tableau B.7 Construction des échelons pour évaluer le critère 10 « emplois »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Total	160	78	106	0

ÉCHELLE

Aucun : 0

Bas : 78

Moyen : 106

Haut : 160

Il s'agit d'une échelle quantitative sur la base d'une analyse sur classeur Excel, en considérant le nombre moyen de travailleurs en période de construction et le nombre d'employés en période d'exploitation (voir annexe E4).

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 11 (Tableau B.8).**Critère : Avantages socio-économiques régionaux****Indicateur : Investissement dans la région****Tableau B.8** Construction des échelons pour évaluer le critère 11 « avantages socio-économiques régionaux »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Total (M \$)	98,4	51,18	102,42	0

ÉCHELLE

Aucun : 0

Bas : 51,2

Moyen : 98,4

Haut : 102,4

Il s'agit d'une échelle quantitative sur la base d'une analyse sur classeur Excel, en considérant un pourcentage de l'investissement total en dépenses dans la région l'accueillant (voir annexe E5).

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 12 (Tableau B.9).**Critère : Dégradation du milieu physique****Indicateur : Superficies de sol sensible touchées**

Tableau B.9 Construction des échelons pour évaluer le critère 12 « dégradation du milieu physique »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Total (m²)	80	0	0	0

ÉCHELLE (m2x103)

Aucun : 0

Bas : 20

Moyen : 40

Haut : 80

Il s'agit d'une échelle quantitative sur la base d'une analyse spatiale pour repérer le nombre d'éoliennes dans la catégorie *Sol sensible* et d'un classeur Excel pour comptabiliser les superficies (voir annexe C6 pour la carte et annexe E6 pour les calculs).

Échelle de mesure de l'indicateur du critère 13 (Tableau B.10).

Critère : Dégradation de la biodiversité

Indicateur : Superficies de flore et faune touchées

Tableau B.10 Construction des échelons pour évaluer le critère 13 « dégradation de la biodiversité »

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Total (m ² x10 ³)	460	220	220	0

ÉCHELLE (x 103)

Aucun : 0

Bas : 110

Moyen : 220

Haut : 460

Il s'agit d'une échelle quantitative sur la base d'une analyse spatiale pour repérer le nombre d'éoliennes dans les zones de cédrières, d'érablières, de forêts de feuillus mixtes et de forêts de résineux mixtes et d'un classeur Excel pour comptabiliser les superficies (voir annexe D7 pour la carte et annexe E7 pour les calculs).

Paramètres associés à la matrice d'évaluation.

Les résultats concernant les paramètres associés à la matrice d'évaluation (type, mix/max, fonction, Abs/Rel, préférence et pondération de critères) sont présentés dans le tableau B.11.

Tableau B.11 Paramètres à déterminer dans le logiciel D-Sight.

	Critère	Type	Min/Max	Fonction	Abs/Rel	Préfér.	
Sociale	Exposition des résidences	Pair Wise	Minimiser	V-Shape	Absolue	158	Pondération différente pour chaque acteur
	Diminution potentielle de l'espérance de vie	Pair Wise	Minimiser	V-Shape	Absolue	150	
	Lieux significatifs	Pair Wise	Maximiser	Usual	Absolue		
	Appartenance au territoire	Pair Wise	Maximiser	Usual	Absolue		
	Devenir du paysage	Pair Wise	Maximiser	Usual	Absolue		
	Prise en compte des valeurs et des besoins des populations	Pair Wise	Maximiser	Usual	Absolue		
	Perception de la non-acceptabilité sociale	Pair Wise	Minimiser	V-Shape	Absolue	157	
Économique	Avantages financiers locaux	Pair Wise	Maximiser	V-Shape	Absolue	144	
	Impact négatif potentiel sur le tourisme	Pair Wise	Minimiser	V-Shape	Absolue	329	
	Emplois	Pair Wise	Maximiser	V-Shape	Absolue	160	
	Avantages socio-économiques régionaux du projet	Pair Wise	Maximiser	V-Shape	Absolue	102	
Environ.	Dégradation du milieu physique	Pair Wise	Minimiser	V-Shape	Absolue	100	
	Perte de la biodiversité	Pair Wise	Minimiser	V-Shape	Absolue	460	

La pondération des critères est présentée dans le tableau B.12.

Tableau B.12 Construction des systèmes de préférence des acteurs au moyen de la pondération des dimensions des critères.

Dimension du critère	Pondération des critères										
	Acteurs										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sociale	0,40	0,30	0,50	0,25	0,30	0,35	0,35	0,10	0,55	0,40	0,45
Environnementale	0,40	0,40	0,15	0,30	0,30	0,15	0,25	0,10	0,15	0,40	0,25
Économique	0,20	0,30	0,35	0,45	0,40	0,50	0,40	0,80	0,30	0,20	0,30
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Module SIG participatif

La base de données contient 36 couches d'information géoréférencée (voir tableau B.13). Ces couches ont été créées à partir de la carte topographique 22B12-0201 et des cartes rendues publiques sur le site Internet du BAPE dont nous avons considéré les cartes sur la nouvelle configuration de l'emplacement des éoliennes. C'est pourquoi la base de données contient des couches numériques (carte topographique) et numérisées (à partir de PDF de documents publics). Ces couches ont modélisé le problème et ont permis l'analyse de l'information disponible, l'échange d'idées entre les acteurs, la création des scénarios et la réalisation de différentes cartes thématiques.

Tableau B.13 Base de données réalisée pour le test de DEMIT

COUCHES CRÉES DANS LE MODULE SIG PARTICIPATIF					
ITEM	NATURE	DESCRIPTION	SYSTÈME DE COORDONNÉES	TYPE	STYLE
1	Numérisation	Agriculture dans le domaine du parc	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
2	Numérique	Bâtiments	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Point
3	Numérique	Bâtiments dans domaine du parc	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Point
4	Numérisation	Boisée	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
5	Numérisation	Camping	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Point
6	Numérisation	Classification gisement éolien	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
7	Numérique	Chemin de fer	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
8	Numérisation	Diversité oiseaux	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Point
9	Numérisation	Domaine du parc	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
10	Numérisation	Électrification souterraine dans agricole scénario 1	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
11	Numérisation	Électrification souterraine dans agricole scénario 2	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
12	Numérisation	Électrification souterraine dans agricole scénario 3	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
13	Numérisation	Électrification souterraine	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
14	Numérique	Hydrologie	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
15	Numérisation	Milieu sensible dépôt mince	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
16	Numérisation	Piste motoneige	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
17	Numérisation	Piste ski de fond	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
18	Numérisation	Route à construire dans agricole scénario 1	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
19	Numérisation	Route à construire dans agricole scénario 12	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
20	Numérique	Routes (132 et 297)	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Ligne
21	Numérique	Tampon bâtiments 500 m.	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
22	Numérique	Tampon bâtiments 750 m.	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
23	Numérique	Tampon divers éléments (1000, 1500 et 3000 m.)	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Polygone
24	Numérisation	Scénario 1	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Point
25	Numérisation	Scénario 2	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Point
26	Numérisation	Scénario 3	NAD 1983 MTM 6	Vecteur	Point

Module Implication contributive des acteurs.

Quant aux résultats sur les 11 acteurs participants, ils sont répartis dans les quatre catégories de la manière suivante :

- Secteur public : deux participants
- Secteur privé : deux participants
- Société civile : quatre participants
- Experts : trois participants

La participation de chaque acteur dans chaque étape de DEMIT a déjà été abordée dans Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013b.

Classification des scénarios et Plan GAIA (*Global Visual Analysis*) des modèles 2 et 3.

Les résultats du modèle 1 ont été détaillés dans Vazquez, Waaub et Ilinca, 2013b.

Ici, nous présentons les résultats concernant la classification et le plan GAIA des modèles 2 et 3. Les quatre scénarios à classer sont :

- Scénario 1 : 73 turbines de 1,5 MW chacune
- Scénario 2 : 38 turbines de 1,5 MW chacune
- Scénario 3 : 38 turbines de 3 MW chacune
- Scénario 4 : 0 turbine

Classification des scénarios des modèles 2 et 3 (Figures B.1 et B.2).

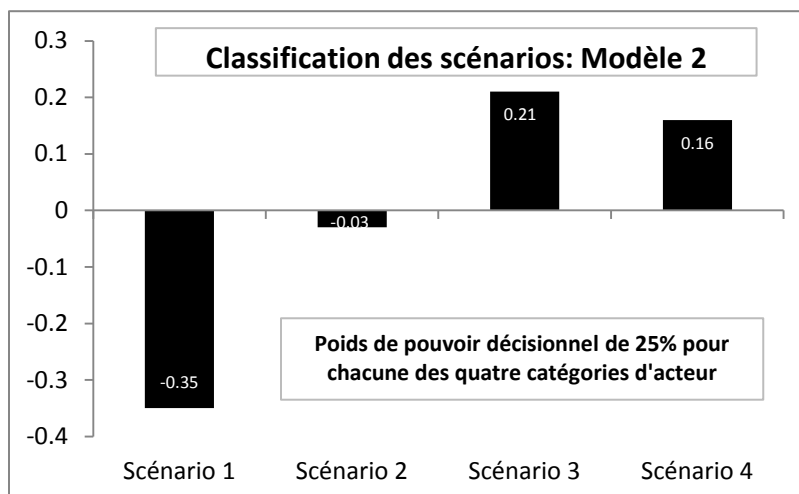


Figure B.1 Classification des scénarios du modèle 2

Nous observons, dans la figure 3.1 : à égale répartition du pouvoir décisionnel entre les acteurs, le scénario 3 est préféré (construction du parc en changeant la technologie pour réduire le nombre d'éoliennes tout en respectant les objectifs de production de l'investisseur du projet). Bien que le scénario 4 (non-construction du parc et, donc, aucune éolienne à implanter) soit aussi préféré, une négociation s'avère un outil pour concrétiser la construction du scénario 2 tout en intégrant les préoccupations représentées dans la note de 0,16 octroyée au scénario 4.

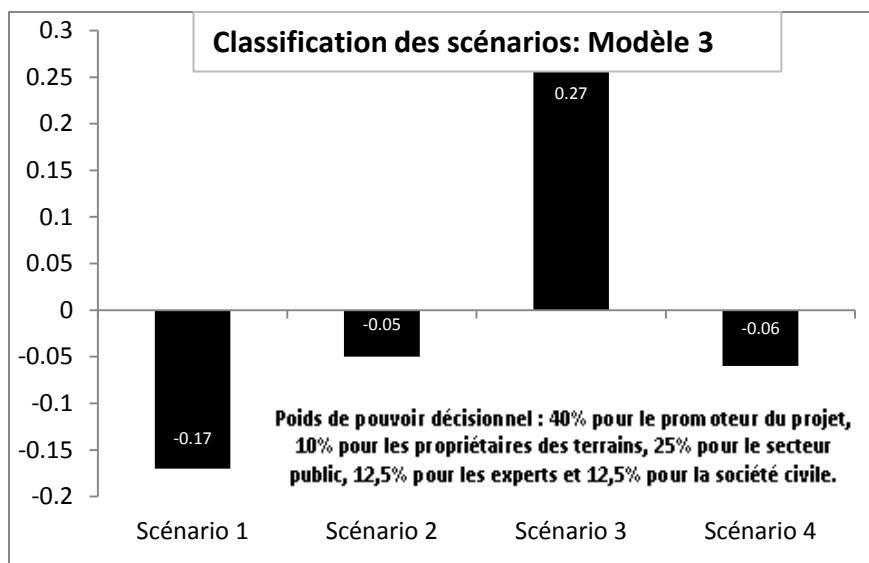


Figure B.2 Classification des scénarios du modèle 3

Nous observons dans la figure B.2 que, pour un pouvoir de décision favorisant davantage l'investisseur du projet, un scénario permettant la construction du parc est largement préféré. Par rapport au modèle 2, la note du scénario de non-construction est réduite de 22 unités.

Note

Le logiciel D-Sight présente les rangements partiels (permettant l'incomparabilité entre les scénarios) par acteur et non pas de façon globale. Étant donné le caractère anonyme de la participation au test, ces rangements partiels par acteurs ne sont pas présentés dans ce document. Néanmoins, en présence des acteurs participants, plusieurs outils D-Sight ont été utilisés pour éclairer la décision et l'analyse des résultats, tels que : *Walking Weights*, *Profiles-Bar* ou *Promethee I Diamond*.

Plan GAIA du modèle 2 : coalition des acteurs et axe de décision.

Le plan GAIA sert à représenter et à structurer le problème en deux dimensions, pour une compréhension plus éclairée des enjeux. Les figures 3 et 4 montrent que l'axe de décision (en rouge) est plus près du promoteur du projet au fur et à mesure que celui-ci possède plus de pouvoir décisionnel, en s'approchant, nettement, du scénario 3.

De plus, on observe que le scénario 4, non-construction du parc, s'oppose au promoteur. De plus, le promoteur du projet est éloigné des autres acteurs, lesquels semblent former un regroupement plus uniforme. Bien que certains d'entre eux se trouvent près de l'axe de décision – et donc du scénario 3 – d'autres sont plus près du scénario 4 (non-construction du parc). Par ailleurs, la coalition des acteurs ne change pas selon un poids décisionnel différent; ce poids influe uniquement sur la position de l'axe de décision.

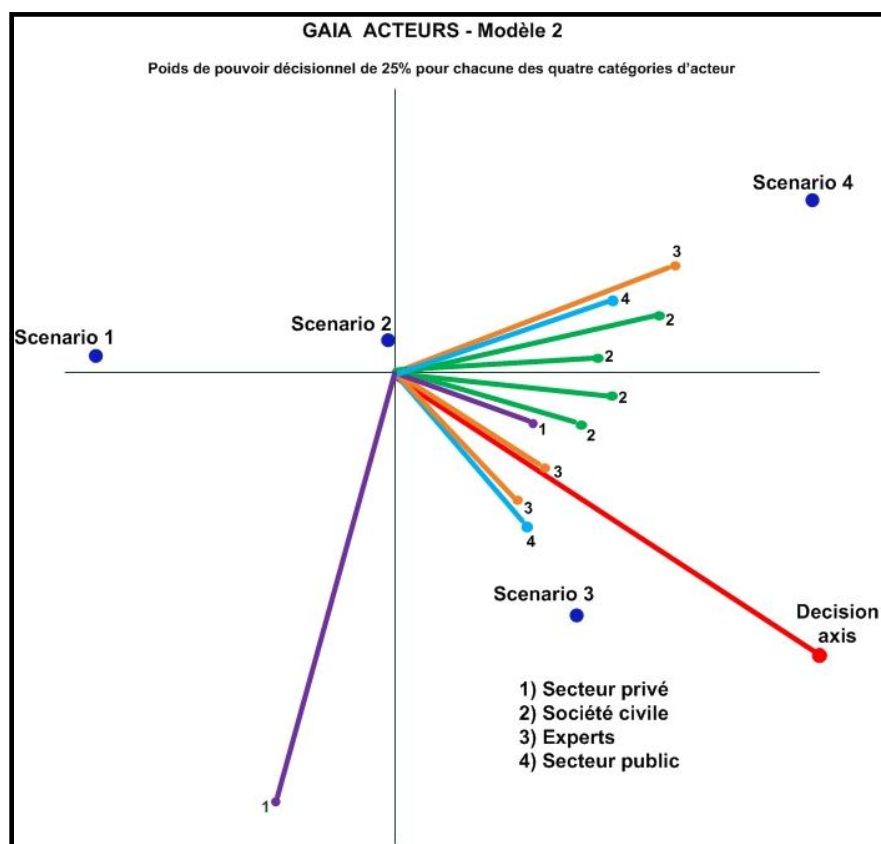


Figure B.3 Plan GAIA du modèle 2 : position de l'axe de décision pour un pouvoir décisionnel de 25 % par catégorie d'acteur. Interprétée de View Global Results

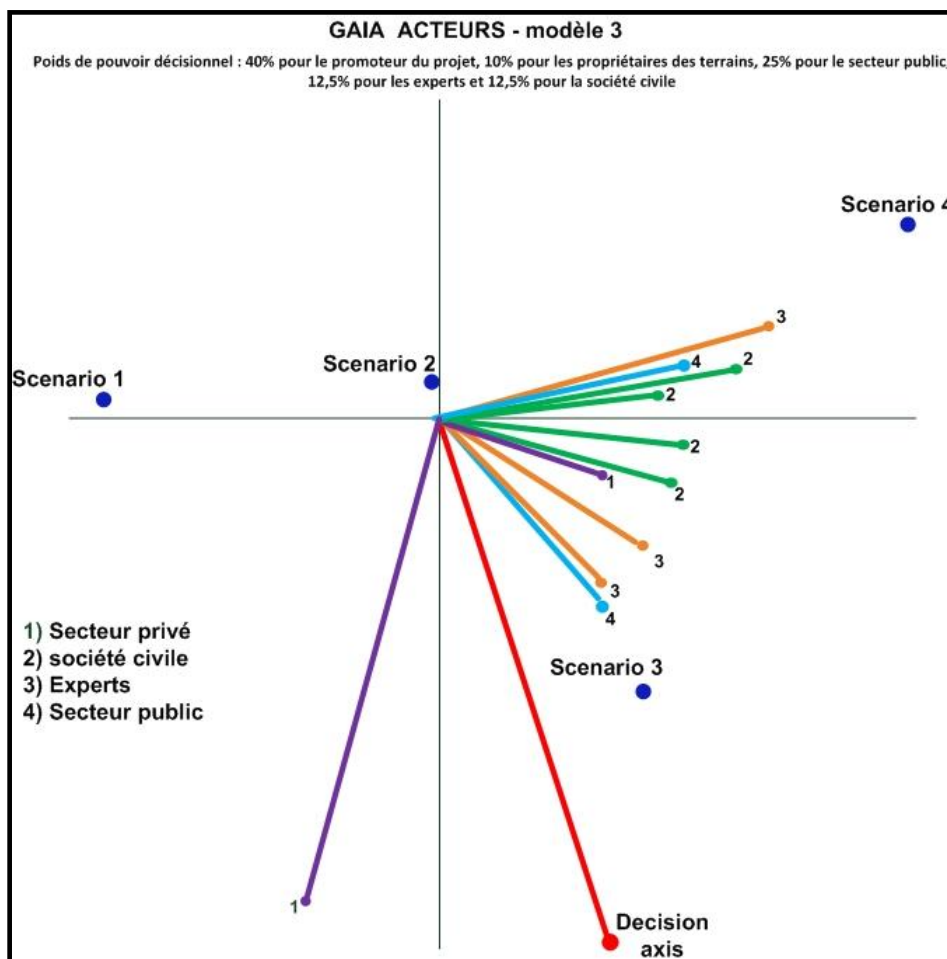


Figure B.4 Plan GAIA du modèle 3 : position de l'axe de décision pour un pouvoir décisionnel de 40 % pour le promoteur du projet. Interprétée de View Global Results

La distribution des alternatives sur les deux dimensions montre que les scénarios 1 et 2, qui se trouvent dans le même quadrant, ont certaines ressemblances. Par contre, leur éloignement dans le cas des scénarios 3 et 4 indique une différence significative. La longueur de l'axe de décision, large, montre une décision solide.

ANNEXE C

CONSTRUCTION DES CRITÈRES

Code couleur :

Vert : préoccupations exprimées dans les mémoires déposés auprès du BAPE, en 2005.

Rouge : préoccupations exprimées dans les mémoires déposés auprès du BAPE, en 2005.

Bleu : préoccupations exprimées dans le test de DEMIT, dans la période 2010 - 2011.

Orange : enjeux du promoteur exprimés lors de la réalisation du test, en 2010 et 2011.

Mauve : critères inspirés du projet INDI du MRN-Québec, pour l'aménagement durable des forêts.

Tableau C.1 Regroupement des préoccupations sur la santé et la sécurité

ENJEU SOCIOCULTUREL		(+)	(-)	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
CRITÈRE 1 : IMPACT SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ (MINIMISER)			8		1	9
	ENJEU					
1	Accidents de circulation.					
2	Déversements de produits, d'huile (altération de l'eau potable).					
3	Effet stroboscopique (lumière sur les pales = nausées, épilepsie chez les personnes fragiles), donc distance séparatrice de plus de 2 km.					
4	Infrasons (bruit sourd rapproché du rythme cardiaque = irrégularité du pouls = états anxieux).					
5	Incendies.					
6	Pollution auditive /bruit des éoliennes/ niveau d'augmentation du bruit (de 40 db à une distance de 500 m) avec l'usure et le temps.					
7	Sessions hiver / été.					
8	Trafic lourd, vitesse excessive, poussières.					
9	Impacts électromagnétiques.					

Tableau C.2 Regroupement des préoccupations sur l'amélioration de la qualité du paysage

ENJEU SOCIOCULTUREL		(+)	(-)	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
CRITÈRE 2 : AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DU PAYSAGE (MAXIMISER)		7	13			20
	ENJEU					
1	Élaboration d'un plan de paysages à conserver et mise en marche.					
2	Éoliennes, plus de monuments que de bâtiments.					
3	Installation permanente distribuée en harmonie avec la topographie. Éoliennes peu visibles (escarpement du terrain et végétation existante), elles s'intègrent aux paysages.					
4	Pas de répercussions néfastes sur le site historique.					
5	Possibilité d'identification des régions propices. Privilégier la région de Murdochville pour implanter les mégaparc.					
6	Prise en compte de l'avis des experts sur les impacts réels sur le paysage.					
7	Relocalisation des éoliennes (non au sommet des pentes).					
8	Aménagement des paysages plutôt que protection des paysages et en conformité avec les attentes de la diversité des communautés.					
9	Banalisation du paysage (alignement des éoliennes, lignes électriques = structures industrielles similaires).					
10	Conflits d'utilisation du territoire. (relocalisation de résidences déjà établies vs relocalisation des éoliennes.) (Industrie éolienne vs industrie touristique).					
11	Élaboration d'un cadre d'implantation basé sur la protection et l'aménagement des paysages et non sur l'exploitation de l'énergie éolienne.					
12	Implantation des éoliennes en fonction de critères architecturaux, paysagers et même artistiques.					
13	Manque de la caractérisation de paysages sensibles.					
14	Manque d'une analyse pointue de l'impact des éoliennes sur le paysage. Impact visuel dû à la modification du paysage, pollution visuelle.					
15	Manque d'une étude d'impact des projets d'éoliennes sur l'ensemble des paysages côtiers de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent.					
16	Manque d'une vision d'ensemble et d'un plan d'intégration pour protéger les paysages dans l'implantation de l'énergie éolienne.					
17	Patrimoine paysager. Paysage : fait partie du patrimoine, de la culture et constitue une ressource et un bien collectif. Les interventions sur le paysage doivent contribuer au maintien de la qualité de vie, révéler l'identité culturelle locale et développer un sentiment d'appartenance au milieu.					
18	Respect de la qualité des paysages en bordure de la route 132 (corridor touristique de la route 132). Aucune éolienne entre la mer ou le Saint-Laurent et la route 132.					
19	Règles à établir autant sur les terres publiques que sur les terres privées.					
20	Valeur historique du paysage culturel.					

Tableau C.3 Regroupement des préoccupations sur la prise en compte des valeurs et des besoins des populations

ENJEU SOCIOCULTUREL		(+)	(-)	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
CRITÈRE 3 : PRISE EN COMPTE DES VALEURS ET DES BESOINS DES POPULATIONS (MAXIMISER)		9	14	3	3	29
ENJEU						
1	Établir la filière éolienne en région : diminution de l'exode des personnes vers autres régions grâce aux sources de travail en région tout en favorisant une vie sociale dynamique et le maintien des écoles.					
2	Établissement d'un comité de suivi (avis public, invitation aux citoyens).					
3	Équité de traitement pour tous les propriétaires fonciers.					
4	Faire connaître au promoteur les attentes de la ville à l'égard de son projet. Inclure un chapitre sur l'usage éolien dans le PIA de la ville de Gaspé.					
5	Favoriser le développement des parcs éoliens loin de zones habitées, dans des sites à très faible densité de population, donc, favoriser la compatibilité de la filière éolienne avec vocation agricole du territoire (zone peu peuplée).					
6	Favoriser l'information et la communication.					
7	Implication avec la communauté, honnêteté, transparence. « qualité » du promoteur : un promoteur sur lequel la population exprime la confiance.					
8	Non-stipulation de clauses de confidentialité dans les contrats.					
9	Promotion d'institutions d'enseignement du secteur éolien.					
10	Apparition de problèmes d'incompatibilité d'usage. En 2002, lors de l'annonce des 1000 mégawatts, la ville de Gaspé ne comptait pas avec une réglementation pour encadrer l'usage éolien du territoire.					
11	Consultation à un niveau de planification stratégique, pas après les faits.					
12	Contrats : 20 ans avec possibilité de renouvellement de jusqu'à 50 ans.					
13	Db à la distance de 200 m du sentier international des Appalaches.					
14	Exclusion de la nation mi'gmaq des bénéfices de l'exploitation des ressources naturelles tandis que la Gaspé fait partie du territoire mi'gmaq.					
15	Des lois pour exiger et non pas pour faire de recommandations ou de suggestions au promoteur du projet = approbation du projet en vertu du plan d'implantation et d'intégration architecturale (PIA). Respect des lois et règlements existants (SDA, PIA, RCI éolien, RCI forêt, protection des rives, du littoral et des plaines inondables des lacs et cours d'eau, ppmv, plan d'urbanisme, plan d'implantation et d'intégration architecturale [articles 5 et 6 de l'objectif 2 : fils souterrains et aménagement paysager].					

ENJEU SOCIOCULTUREL [SUITE]	
CRITÈRE 3 : PRISE EN COMPTE DES VALEURS ET DES BESOINS DES POPULATIONS [MAXIMISER]	
	ENJEU
16	Développement éolien selon les droits – ignorés – de la nation mi'gmaq : demande de consultation selon le protocole des premières nations [le plan régional de développement du territoire public, volet éolien, ne l'a pas pris en compte] et demande d'adaptation de consultations du BAPE au protocole de consultation des premières nations.
17	Distance séparatrice des éoliennes [2 km et demi pour éviter l'effet stroboscopique].
18	Éoliennes autorisées à une distance de 200 mètres du sentier international des Appalaches.
19	Garantie de renonciation d'acquisition des terrains. Renonce formelle dans les contrats de droits de propriété superficielle à acquérir les propriétés en vertu de l'article 1116 du code civil.
20	Interférences sur le réseau de télécommunications. Signaux de télévision perturbés.
21	Mauvais choix de site d'implantation des parcs.
22	Ne pas conserver en forêt privée de zones tampons autour du sentier international des Appalaches.
23	Population tardivement consultée.
24	Effet sur le tissu social [après projet / balance de pouvoir / propriétaires de terrains...].
25	Pertinence de l'information avant la prise de la décision.
26	Possible achat des terres par les compagnies.
27	Respect de toutes les lois applicables au secteur éolien.
28	Respecter la volonté des propriétaires terrains tout en atteignant les objectifs de production de l'entreprise [configuration du parc à partir des préférences des propriétaires].
29	Traiter les personnes de façon équitable, d'un projet à l'autre [rémunération : tous sur la même base].

Tableau C.4 Regroupement des préoccupations sur la perception de l'acceptabilité sociale

ENJEU SOCIOCULTUREL CRITÈRE 4 : PERCEPTION DE L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE [MINIMISER]		[+]	[-]	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
		14	13		1	28
ENJEU						
1	Choix d'un partenaire privé reconnu et impliqué dans l'exploitation des parcs éoliens.					
2	Connaître les besoins réels en énergie. Pas de pénurie d'électricité ici, on n'est pas si pressé.					
3	Consultation avant l'application du développement de la filière éolienne.					
4	Élaboration d'un plan de développement éolien global. Plan d'ensemble et des normes précises.					
5	Exploitation des sources alternatives d'énergie.					
6	Faire du Québec un chef dans le secteur éolien.					
7	Faire de l'éolien un attrait : zone touristique de l'énergie verte. Une multiplicité de petits parcs sur des grandes distances attire les touristes [Angleterre, Californie, Allemagne, France : gros parcs totalisant 1000 unités]. Création des centres d'interprétation sur l'énergie éolienne.					
8	Favoriser l'efficacité énergétique. Bonnes habitudes de consommation d'énergie.					
9	Intégration de l'industrie éolienne au milieu local. Harmonisation du plan de développement éolien avec celui du potentiel touristique.					
10	Préférence de l'énergie éolienne face à d'autres ressources énergétiques polluantes. Perception favorable de l'éolien. Peu d'impacts à long terme [sauf visuel et faune aviaire].					
11	Propriété coopérative et/ou régionale des parcs. Alliance entre l'entreprise d'État et l'entreprise privée.					
12	Respect des produits touristiques de la Gaspésie centrés sur l'observation du paysage créateur d'émotion chez les touristes.					
13	Respect de l'optique de la politique du Québec sur le tourisme et le développement durable.					
14	Réduire les émissions favorables aux changements climatiques.					
15	Conflits d'usage. 1) agriculture-éolien : clause interdisant la construction d'un silo permettant d'alimenter des animaux près d'une éolienne; construction d'usines sur des terres arables. 2) tourisme-éolien : absence d'un plan pour protéger l'industrie touristique – de haute importance économique – qui repose sur la qualité des paysages; aperçu sommaire des impacts potentiels des parcs éoliens sur les paysages de la Gaspésie et de l'industrie touristique de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. Dans la période 2002-2010, les dépenses touristiques ont été de 1,9 milliard de dollars. Pour sa part, les investissements totaux de 1000 MW éoliens (2006-2012) sont calculés à 2,1 milliards de dollars (colloque AQPER). Il n'existe pas d'étude d'impact visuel sur le tourisme maritime.					

ENJEU SOCIOCULTUREL (<i>SUITE</i>)	
CRITÈRE 4 : PERCEPTION DE L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE (MAXIMISER)	
	ENJEU
16	Consultation auprès des impliqués.
17	Développement de l'éolien sans bien connaître les besoins réels en énergie.
18	Étape de construction du parc : si lors de la session de haut tourisme = achalandage routier, poids lourds, etc., et donc perte de revenus pour l'industrie touristique.
19	L'air, l'eau sont des biens publics.
20	Le territoire rural est de plus en plus fragile et sensible, il a besoin d'un aménagement structuré et structurant du territoire : consultations régionales de grandes envergures menant à consensus pour donner une vision à court, moyen et long terme le développement de la région.
21	Manque d'évaluation des impacts cumulatifs des projets éoliens (dans la Gaspésie et dans le Bas-Saint-Laurent).
22	Manque de la prise en compte des impacts de projets d'éoliennes sur l'industrie touristique ailleurs dans le monde.
23	Manque du respect des principes du développement durable.
24	Manque d'une politique claire en matière d'exportation d'électricité.
25	Manque de vue d'ensemble de l'intégration de l'éolien sur le territoire. Manque d'un plan de développement global de l'éolien.
26	Méconnaissance de certains sondages affirmant que les parcs éoliens dans une région touristique reconnue pour la beauté de ses paysages sont un facteur d'attraction négatif du point de vue des touristes. Éoliennes : attrait touristique uniquement quand elles sont neuves.
27	Un site patrimonial de grande valeur (phare de Pointe-à-la-Renommée) est un produit touristique structurant pour l'économie de la région.
28	Nationalisation de l'énergie éolienne (Éole-Québec).

Tableau C.5 Regroupement des préoccupations sur l'impact économique dans la communauté hôte

ENJEU ÉCONOMIQUE CRITÈRE 5 : IMPACT ÉCONOMIQUE DANS LA COMMUNAUTÉ HÔTE (MAXIMISER)		(+)	(-)	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
		12	12		2	26
ENJEU						
1	Amélioration de l'accès routier, réaménagement des chemins, dû à travaux réalisés lors de la construction du parc.					
2	Développement d'une main-d'œuvre québécoise qualifiée dans le secteur éolien.					
3	Diversification des activités économiques (tourisme plus éolien) : création d'usines (assemblage et fabrication de composantes).					
4	Actions pour favoriser des retombées locales et régionales.					
5	Actions pour favoriser la création d'emplois (main-d'œuvre locale, baisse du taux de chômage) et donner priorité aux entrepreneurs et fournisseurs locaux, achats de biens et services régionaux.					
6	Actions pour favoriser la propriété régionale de parcs éoliens.					
7	Actions pour favoriser la réalisation d'un appel d'offres régional.					
8	Possibilité d'obtenir des avantages financiers pour les institutions d'enseignement, demande de financement pour des recherches, etc.					
9	Précision de la nature du partenariat et des redevances.					
10	Redevances aux propriétaires de terrains.					
11	Retombées économiques pendant 20 années (durée de vie du projet).					
12	Versements financiers aux municipalités : contribution volontaire annuelle, fonds de visibilité de 30 000 \$ aux municipalités, accord d'équité qui prévoit les mêmes avantages si des contributions plus avantageuses sont allouées ailleurs.					
13	Appel d'offres pour les entreprises de la région (expert-conseil).					

ENJEU SOCIOCULTUREL (<i>SUITE</i>)	
CRITÈRE 5 : IMPACT ÉCONOMIQUE DANS LA COMMUNAUTÉ HÔTE (MAXIMISER)	
ENJEU	
14	Baisse du prix des maisons (en Europe : habitations situées à 500 m d'une éolienne sont invendables).
15	Charges financières à long terme pour les municipalités : démantèlement, enfouissement sanitaire, détérioration des routes, entretien des chemins aux frais des contribuables.
16	Compensations justes pour tous – incluant l'impact visuel aux citoyens qui ne reçoivent pas de redevances.
17	Emplois : de quels types? à quelles conditions salariales?
18	Les éoliennes ne sont pas taxables sur le plan municipal. Montant fixé pour les redevances (compensation annuelle et droit de bienvenue).
19	Manque de génération d'emplois de haut niveau.
20	Pas de véritable développement de la haute technologie – fabricant de basse technologie. Perte des budgets pour soutenir le développement de haute technologie.
21	Pertes de superficies productives agricoles et forestières.
22	Préservation de l'exploitation des ressources fauniques (chasse et pêche).
23	Réinvestissement en faveur de la faune : inventaires sur les oiseaux.
24	Québec : des contrats avec des tarifs promoteur-propriétaire les plus bas au monde.
25	Crédits de carbone.
26	Priorisation des retombées communautaires.

Tableau C.6 Regroupement des préoccupations sur les avantages socio-économiques régionaux du projet

ENJEU ÉCONOMIQUE		(+)	(-)	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
CRITÈRE 6 : AVANTAGES SOCIO-ÉCONOMIQUES RÉGIONAUX DU PROJET (MAXIMISER)		6		2		8
	ENJEU					
1	Bonne productivité des gisements éoliens.					
2	Faisabilité du projet.					
3	Filière compétitive au niveau économique.					
4	Lignes électriques à proximité du parc.					
5	Optimisation du revenu de la vente de l'énergie produite.					
6	Voies d'accès existantes à proximité du parc.					
7	Accomplissement des objectifs de production (optimisation de la configuration : toutes les superficies n'ont pas le même potentiel éolien, par exemple, sur 65 km ² , le potentiel n'est pas distribué de la même façon).					
8	Respect du budget d'aménagement.					

Tableau C.7 Regroupement des préoccupations sur la dégradation du milieu physique

ENJEU ENVIRONNEMENTAL CRITÈRE 7 : DÉGRADATION DU MILIEU PHYSIQUE (MINIMISER)		(+)	(-)	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
		2	3	1		6
ENJEU						
1	Mesures adoptées pour protéger l'environnement, c.-à-d. réduction de la largeur de chemins d'accès (de 35 à 24 pieds).					
2	Pas de grands impacts négatifs sur l'environnement. Risques environnementaux minimes.					
3	La protection du territoire agricole a primé la protection de l'environnement.					
4	Perturbation microclimatique. Changements microclimatique dus aux turbulences des éoliennes qui assèchent le sol et modifient les écosystèmes.					
5	Risque de détérioration de la qualité des sols et des eaux (déversement des hydrocarbures et fuites d'huile, érosion associée au réseau routier, exploitation de gravier, construction en béton). Déforestation (accès, aires de travail, lignes de transport d'énergie. Cimetières d'éoliennes (art. 1116 du Code civil du Québec : enlever les infrastructures... sauf si lesdites infrastructures ont plus de valeur que le terrain... = la compagnie peut acheter le terrain pour la valeur d'évaluation et y laisser ses infrastructures).					
6	Respect des lois et normes environnementales.					

Tableau C.8 Regroupement des préoccupations sur la perte de biodiversité

ENJEU ENVIRONNEMENTAL CRITÈRE 8 : PERTE DE BIODIVERSITÉ (MINIMISER)		(+)	(-)	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
		2	6			8
ENJEU						
1	Compensation écologique (revitalisation de milieux dégradés).					
2	Parc dans un territoire peu fréquenté.					
3	Chasse : l'étude d'impact ne s'est pas intéressée ni aux orignaux ni aux chevreuils.					
4	Manque de connaissances sur : la caractérisation de l'habitat du poisson, la densité de la faune ailée, les corridors de migration des oiseaux, l'inventaire d'hiver pour la faune aviaire, et d'une meilleure connaissance de la migration nocturne des oiseaux et des insectes.					
5	Perte directe d'habitats dans les lieux d'installation d'équipements. Manque de caractérisation de types de superficies perdues (forêts, forêts mûres, milieu humide, aires protégées, écosystèmes forestiers exceptionnels, etc.).					
6	Publication des suivis.					
7	Risque potentiel pour la faune (terrestre, aviaire, aquatique). Les animaux sont plus sensibles que l'être humain aux infrasons. Faune ailée : avifaune et chiroptères (risque de mortalité par collision et par perte d'habitat).					
8	Suivi sur la migration des oiseaux. Suivi sur la mortalité des oiseaux.					

Tableau C.9 Tableau synthèse des critères

DIMENSION	No.	CRITÈRE	(+)	(-)	PROMOTEUR	TEST	TOTAL
SOCIOCULTUREL	1	Impact sur la santé et la sécurité (minimiser)		8		1	9
	2	Amélioration de la qualité du paysage (maximiser)	7	13			20
	3	Prise en compte des valeurs et des besoins des populations (maximiser)	9	14	3	3	29
	4	Perception de l'acceptabilité sociale (minimiser)	14	13		1	28
	TOTAL						86
ÉCONOMIQUE	5	Impact économique dans la communauté hôte (maximiser)	12	12		2	26
	6	Avantages socio-économiques régionaux du projet (maximiser)	6		2		8
	TOTAL						34
ENVIRONNEMENTAL	7	Dégradation du milieu physique (minimiser)	2	3	1		6
	8	Perte de biodiversité (minimiser)	2	6			8
	TOTAL						14
TOTAL			52	69	6	7	134

ANNEXE D

CARTES THÉMATIQUES

Figure D.1 Identification de sept bâtiments dans un rayon de 500 mètres

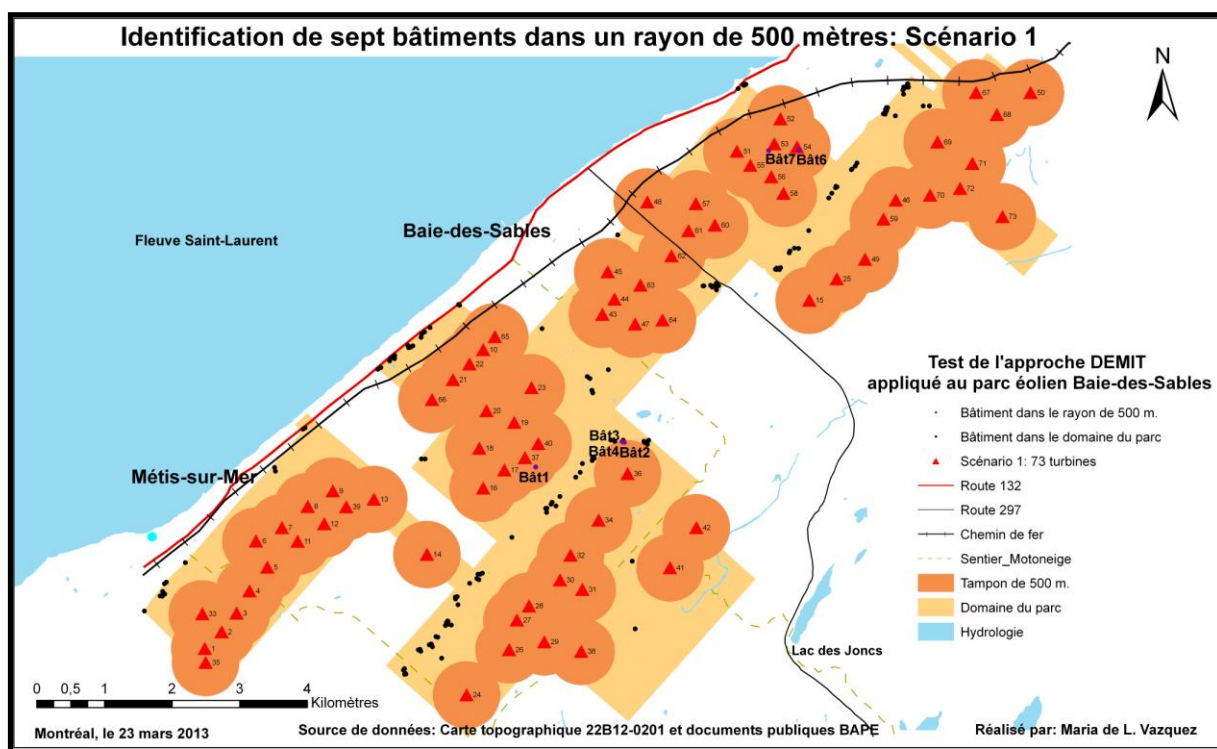


Figure D.2 Identification des 158 bâtiments dans le domaine du parc

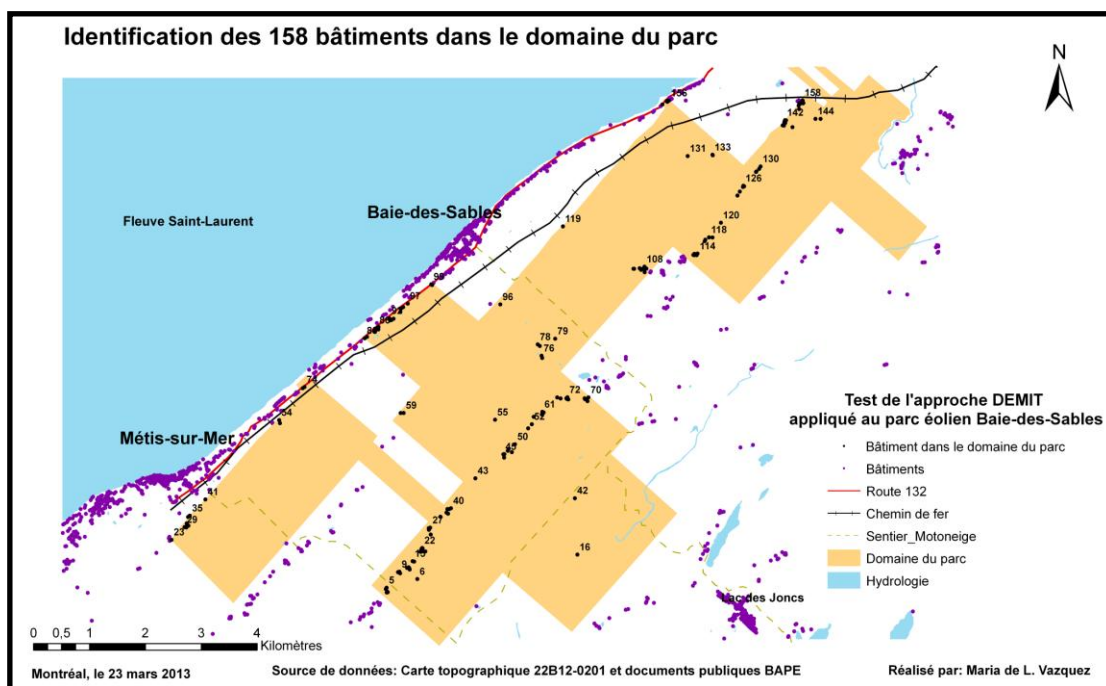


Figure D.3 Différenciation entre les scénarios 1 et 2 dans le rayon de 500 mètres

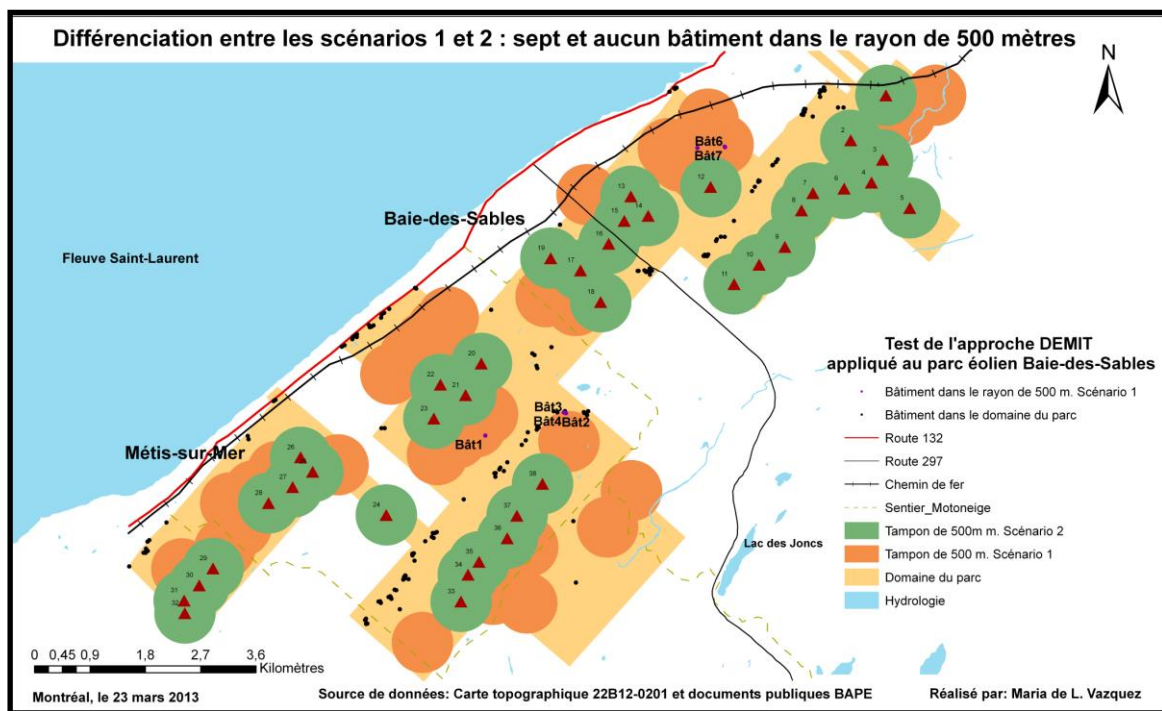


Figure D.4 Identification des 150 bâtiments dans la zone tampon de 750 mètres

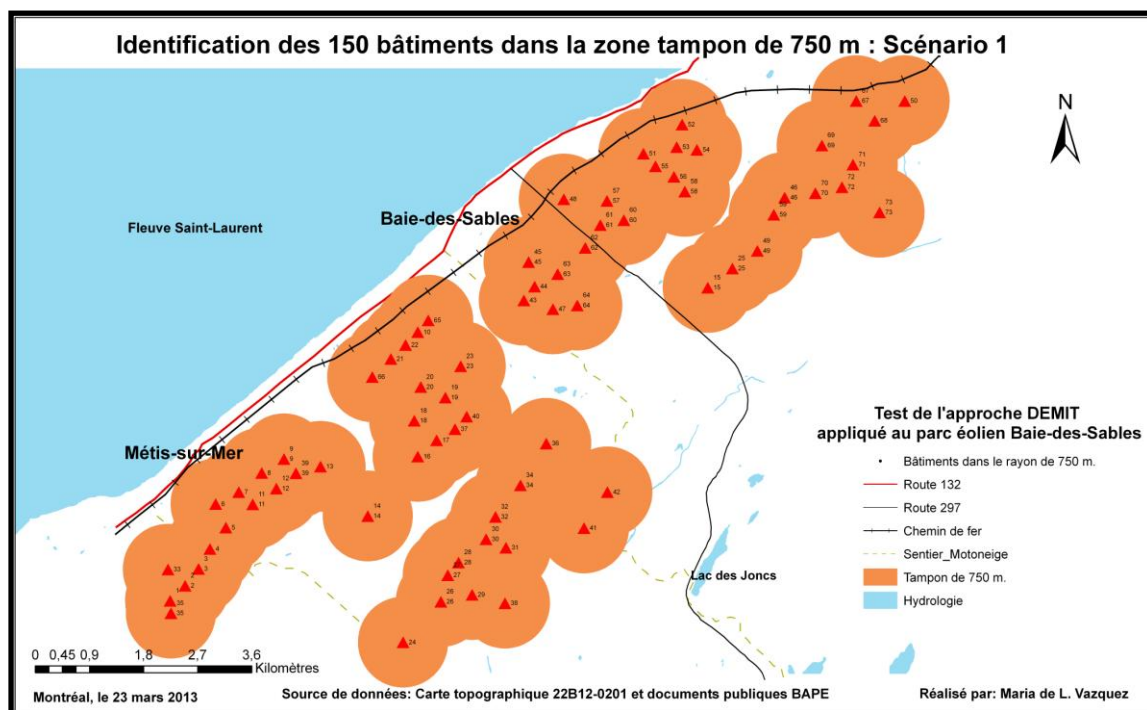


Figure D.5 Terres agricoles touchées par la construction de routes et de lignes électriques

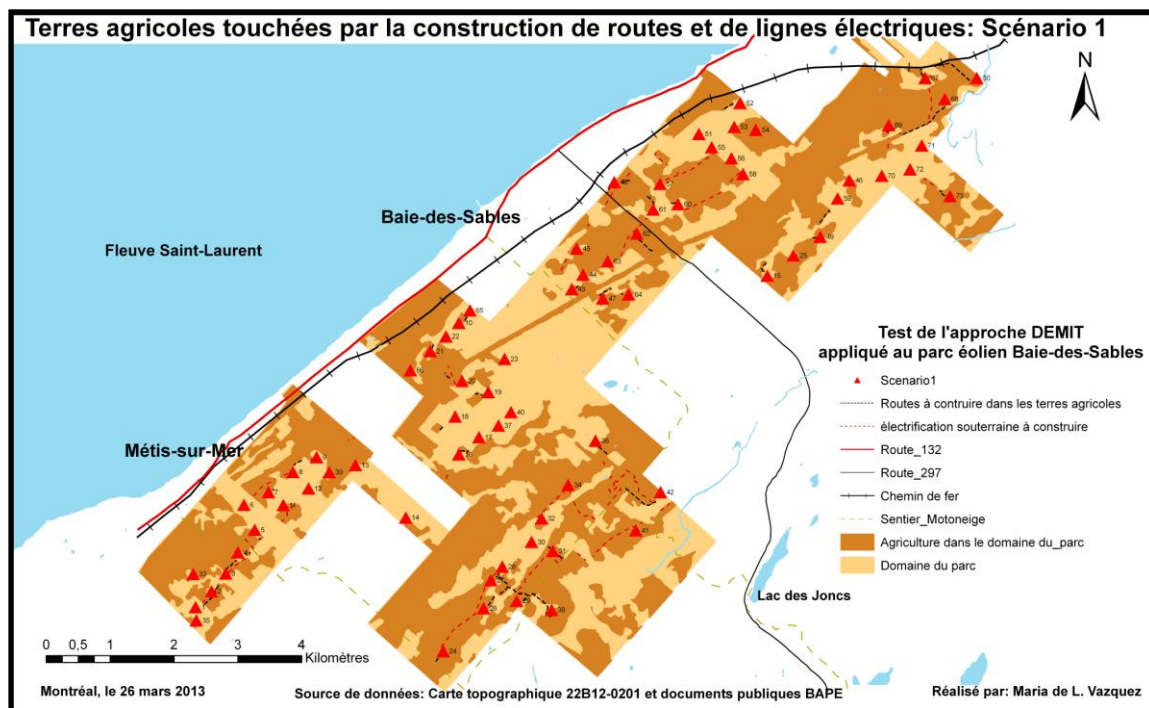


Figure D.6 Éoliennes identifiées dans les milieux sensibles

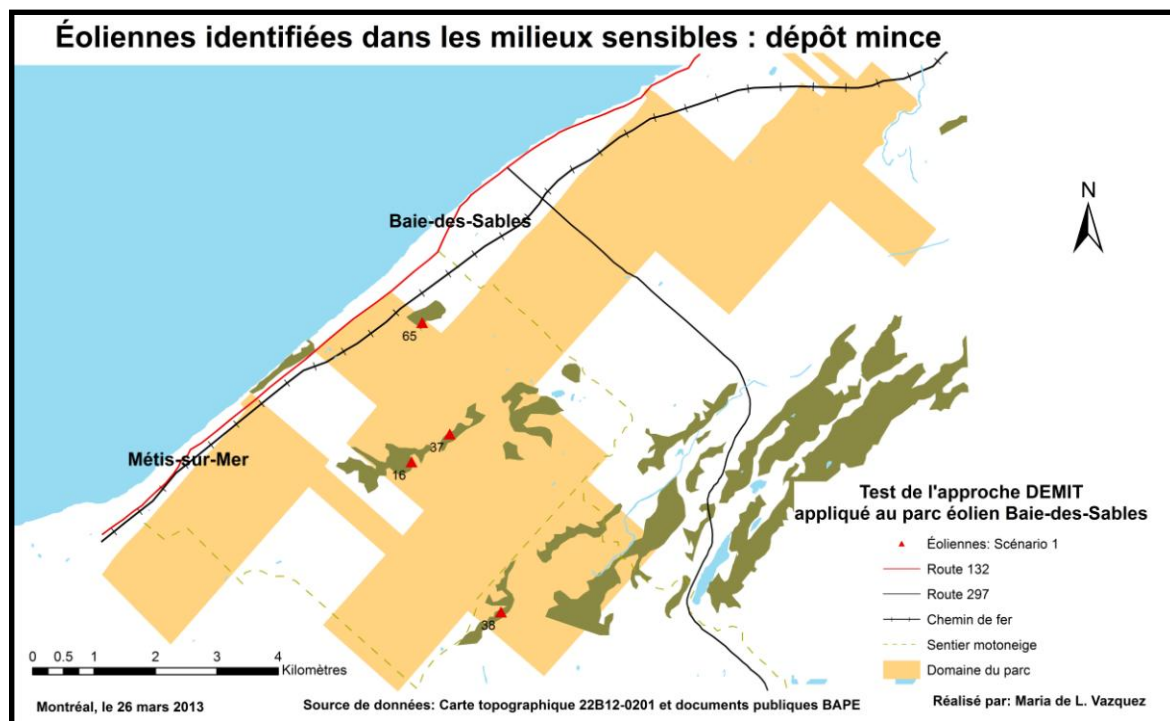
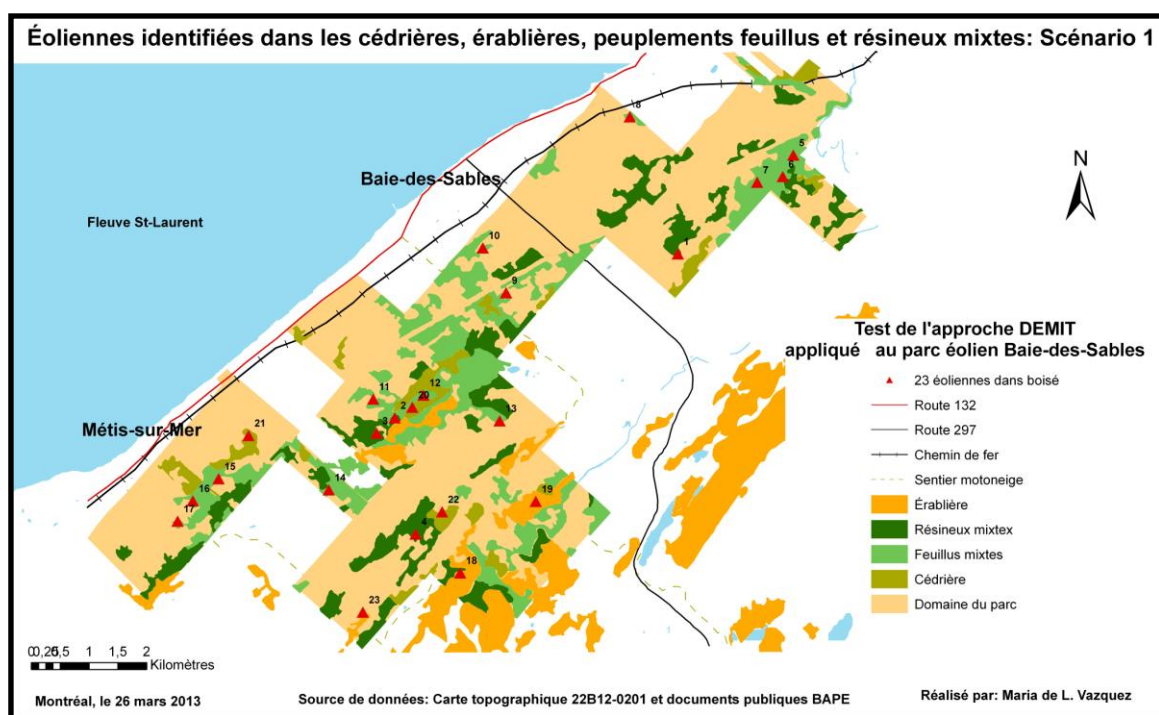


Figure D.7 Éoliennes identifiées dans les cédrières, érablières, peuplements feuillus et résineux mixtes



ANNEXE E

CALCULS SUR EXCEL POUR CONSTRUIRE LES ÉCHELLES DE MESURE DES INDICATEURS

Tableau E.1 Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur « superficie de terres agricoles touchées » (Critère 9 : perception de la non-acceptabilité sociale)

	Construction de routes		Électrification souterraines		Emplacement de turbines m ²	Nombre de turbines	Capacité MW	F1*	F2** (%)	Superficie m ²	Superficie multiplié par F2	Superficie ha.
	Bande	Longueur	Bande	Longueur								
Scénario 1	10	11 629	8	18 300	20 000	32	1,5	0	76	902 690	1 588 734,4	159
Scénario 2	10	5350	8	15 900	20 000	15	1,5	0	74	480 700	836 418	84
Scénario 3	10	5350	11	17 300	20 000	15	3	37	98	543 108	1 075 353,8	108
Scénario 4	10	0	8	0	20 000	0	0	0	0	0	0	0

*F1 : Facteur 1

Facteur, arbitraire en raison des limites de cette recherche, sur la bande d'électrification souterraine.

Pour indiquer un changement dû aux plus grandes dimensions des éoliennes de 3 MW.

**F2 : Facteur 2

Facteur, arbitraire en raison des limites de cette recherche, pour indiquer une perception différente de l'affectation à la culture, par exemple, sur la variation du microclimat ou sur une plus grande dimension des pales des éoliennes de 3 MW.

Note : La longueur de routes calculée ici ne dépasse pas les 25 km de nouveaux chemins d'accès rapportés dans l'étude d'impact à la page 3-9, Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004.

Tableau E.2 Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur « montant total potentiel des avantages financiers » (Critère 8 : avantages financiers locaux)

	\$ / Mégawatts/ éolienne	Fond de visibilité par année	Nombre éoliennes	MW	Montant avantages financières	\$x10 ³
Scénario 1	1000	30 000	73	109,5	139 500	139,5
Scénario 2	1000	30 000	38	57	87 000	87
Scénario 3	1000	30 000	38	114	144 000	144
Scénario 4	1000	30 000	0	0	30 000	30

Montant de base de 1 000 \$ par mégawatt plus un fond de visibilité de 30 000 \$ par année.

Cette base illustre une façon de procéder au calcul des avantages financiers potentiels, mais d'autres bases auraient pu être prises en compte et inclure des montants spécifiques pour les loyers versés aux propriétaires des terrains.

Tableau E.3 Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur « impact dans le paysage pour l'écotourisme » (Critère 9 : impact négatif potentiel sur le tourisme)

Catégorie Paysage	Nombre éoliennes		Facteur Terrasse	Facteur Coteaux	Total Impact
	Terrasse	Coteaux			
Scénario 1	55	18	5	3	329
Scénario 2	29	9	5	3	172
Scénario 3	29	9	5	3	172
Scénario 4	0	0	5	3	0

Facteur de pondération :

Attribué selon les catégories de paysage

Ce facteur sert à écarter les différences davantage

Valeurs de 1, 2 et 3. Choix arbitraire, selon l'exemple de la fiche d'inventaire Ruralys et *al.*, 2008, page 131.

La somme a été ajustée : de 172 à 175.

Tableau E.4 Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur « nombre potentiel d'emplois locaux » (Critère 10 : emplois)

	Nombre de turbines	MW turbines	Phases		Total
			Construction	Opération	
Scénario 1	73	1,5	150	10	160
Scénario 2	38	1,5	73	5	78
Scénario 3	38	3	101	5	106
Scénario 4	0	0	0	0	0

150 correspond au nombre moyen de travailleurs sur le site en période de construction*

10 correspond au nombre d'employés permanents en période d'exploitation*

150 et 10 sont des chiffres réels.

Les scénarios 2 et 3 ont reçu une valeur – arbitraire en raison des limites de cette recherche – représentant une variation selon le nombre et les caractéristiques des turbines considérées.

Ces valeurs n'excèdent pas les chiffres indiqués dans la page Internet consultée*

*<http://www.cartierenergie.com/cartier-energie.aspx?sec=8> Page Web consultée le 27 mars 2013

Tableau E.5 Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur « investissement dans la région » (Critère 11 : avantages socio-économiques régionaux)

	Investissement* M \$	% dépensé** dans la région	Total
Scénario 1	164	0,6	98,4
Scénario 2	85,3	0,6	51,18
Scénario 3	170,7	0,6	102,42
Scénario 4	0	0,6	0

Investissement total 164 M \$

*<http://www.cartierenergie.com/cartier-energie.aspx?sec=8>. Page consultée le 27 mars 2013.

** 60 % de l'investissement total est considéré comme adéquat pour être dépensé dans la région. Ce pourcentage est mentionné dans différents documents, notamment celui de la Direction des évaluations environnementales, août 2011.

Le chiffre de 170,7 – pour le scénario 3 – fait référence aux investissements réels (164 M\$) plus un pourcentage pour les coûts supplémentaires d'installation de plus grosses éoliennes. En raison des limites de cette recherche (absence d'une équipe interdisciplinaire), il s'agit d'un chiffre arbitraire.

Tableau E.6 Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur « superficies de sol sensible touchées » (Critère 12 : dégradation du milieu physique)

	Emplacement de turbines (m ²)	Nombre d' éoliennes dans sol sensible	Total	m ² x10 ³
Scénario 1	20 000	4	80 000	80
Scénario 2	20 000	0	0	0
Scénario 3	20 000	0	0	0
Scénario 4	20 000	0	0	0

La superficie calculée, pour les terres agricoles, n'excède pas celle indiquée dans l'étude d'impact sur l'environnement (page 5-37) et est égale à 95 ha, Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004.

Tableau E.7 Construction de l'échelle de mesure relative à l'indicateur « superficies de flore et faune touchées » (Critère 13 : dégradation de la biodiversité)

	Emplacement des turbines (m ²)	Flore		Faune		TOTAL (m ²)	m ² x10 ³
		Nombre d'éoliennes dans :		Nombre d'éoliennes dans :			
		Cédrière	Érablière	Feuillus mixtes	Résineux mixtes		
Scénario 1	20 000	3	3	13	4	460 000	460
Scénario 2	20 000	2	0	7	2	220 000	220
Scénario 3	20 000	2	0	7	2	220 000	220
Scénario 4	20 000	0	0	0	0	0	0

Les feuillus mixtes et les résineux mixtes ont été choisis comme habitat représentatif de la faune, parce que « les feuillus mixtes représentent la strate la plus répandue dans le secteur à l'étude » et qu'ils « couvrent la plus grande superficie forestière du site du parc éolien, et ce, pour la classe d'âge de 50 ans ». (Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004. Page 2-14) (étude d'impact). Les résineux mixtes, pour ces mêmes caractéristiques, les suivent en importance (tableau 2.5 *Répartition des strates forestières [hectares] par classe d'âge* dans la même étude, p. 2-13).

De plus, il est considéré que « les feuillus accueillent plus de diversité, car ils secrètent peu de composés toxiques ou acides, mais les résineux accueillent des espèces qui leur sont très spécifiques », Lair, P., 2011, page 5.

En outre, il est considéré qu'au Québec « la zone de la forêt feuillue possède une très grande valeur du point de vue de la biodiversité » http://www.scienceenjeu.com/forestia/fiche/fiche_feuillue.pdf. Page consultée le 26 mars 2013.

L'érablière a été choisie parce que dans l'étude d'impact du projet (page 2-13) indique qu'elle fait partie de la vieille forêt inéquienne. La cédrière a été choisie parce qu'elle est le seul type de peuplement forestier rapporté dans l'étude d'impact (page 2-13) dans la tranche de 50 à 120 ans.

En raison des limites de cette recherche, aucune autre information spatialisée, à part le boisé, ne pouvait être utilisée pour construire ces échelons. Ainsi, cédrière et érablière ont été choisies pour représenter la flore touchée, et résineux et feuillus mixtes l'ont été pour représenter l'habitat nécessaire à la faune.

La superficie calculée sur les terrains de ces forêts n'excède pas celle indiquée dans l'étude d'impact sur l'environnement (page 5-37) (Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie, 2004) et égale à 107 ha.

ANNEXE F

16 FEUILLES D'ANALYSE FFOC

Tableau F.1 Module SIG: choix d'information géoréférencée

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE SIG PARTICIPATIF ET COLLABORATIF			
		Choix d'information géoréférencée			
INTERNE	FORCES	Faire ressortir l'information existante dans son contexte spatial. (1)	Possibilité de participation multi-acteurs. Partage des idées, discussion. Validation de l'information et de la qualité de la donnée. Possibilité de prise en considération de bases de données de création locale. (4)	Prise en compte des critères que chaque acteur défend. Participation de tous les acteurs (SIG participatifs et collaboratifs). (2)	Réalisation d'une étape du module SIG et préparations d'autres. Établissement de règles de prise de parole. (2)
	FAIBLESSES	Coûts associés (i.e. nombre de séances pour les SIG participatifs). (1)	Avis opposés. Confrontation. (2)	Risque de récriminations entre les participants. Contexte volatil ou sensible (2)	
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Améliorations futures (recherche et développement, ex., en méthodes collaboratives). (1)	Améliorations futures (recherche et développement. ex., techniques de travail de groupe). (1)	Politiques (i.e. publiques ou de l'entreprise privée favorisant le débat, assignation des financements). (1)	Politiques (publiques ou de l'entreprise privée) favorisant le débat (financement ou autres). (1)
	CONTRAINTES	Disponibilité d'un espace adéquat pour les discussions de groupe. (1)	Accessibilité de données. (1)	Pas d'appui à la consultation publique ou au débat. (1)	Pas d'appui à la consultation publique ou au débat. (1)
TOTAL		4	8	6	4
BESOINS/ DÉFIS		1. Experts en SIG participatifs et collaboratifs. 2. Temps nécessaire à la réalisation de cette activité. 3. Contexte politique : le SIG permettra de faire apparaître les conflits et de confronter les idées. 4. Existence de l'information nécessaire. 5. Difficulté d'accès à l'information.			

Tableau F.2 Module SIG: support informatique

AXES FACTEURS		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE SIG PARTICIPATIF ET COLLABORATIF			
		Support informatique (ordinateur et logiciel)			
INTERNE	FORCES	Capacité de stockage de données. Édition de l'information. Performance des outils du logiciel. (3)	Accès facile à l'information stockée. Partage de données. Accès et copie de l'information numérique. Analyse de l'information. Représentation des idées concrètes. (5)	Facilite l'échange d'idées (d'appui au processus cognitif des acteurs) sur les critères à analyser. (1)	Réalisation d'une étape du processus de décision et préparations à des étapes postérieures. (1)
	FAIBLESSES	Coûts associés (i.e. équipe, logiciel et experts). Vulnérabilité aux pannes (marginal ou non selon le contexte). (2)	Risque de tendance à la généralisation et à la simplification des phénomènes en vue de les inclure au SIG (1)	Perception des acteurs sur leurs méconnaissances informatiques, donc, risque de ne pas participer avec leur savoir-faire local. (1)	
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Maturité technologique. Développement technologique (i.e. interphase AMDC-SIG). Utilisation des gratuits. (3)	Budgets alloués au renforcement de capacités informatiques (1)	Dans le système éducatif (i.e. développement des compétences informatiques des étudiants) (1)	
	CONTRAINTES	Coûts associés. Existence de structures de distribution de données. Pas de budgets alloués à la R&D. Fiabilité inégale des gratuits. (4)	Pas de budgets alloués au renforcement de capacités informatiques. (1)	Risque d'une « technocratisation » de l'intervention des acteurs. (1)	
TOTAL		12	8	4	4
BESOINS/ DÉFIS		1. Règlements favorisant les approches participatives dans la prise de décision. 2. Intérêt de la conception et de la perception du territoire par des méthodes informatiques (mais aussi limitations possibles). 3. Besoin d'experts en SIG participatifs et collaboratifs. 4. Intégration de personnes de tous âges et de tous contextes culturels dans des discussions utilisant des ordinateurs.			

Tableau F.3 Module SIG: obtention de données

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE SIG PARTICIPATIF ET COLLABORATIF			
		Obtention de données (numérisation et carte numérique)			
INTERNE	FORCES	<p>Possibilité d'obtenir information vectorielle à partir d'un document non disponible en format numérique. Si existence de produits numériques, accès à information vectorielle facilement reproductible et qui permet la compréhension du territoire.</p> <p>(2)</p>	<p>Augmenter la quantité d'information (numérique) disponible. Accès rapide à l'information visuelle sur différents éléments du territoire.</p> <p>(2)</p>	<p>Accès à information visuelle pour un échange d'idées plus facile. Appropriation et identification du territoire grâce à l'identification des éléments importants pour les acteurs.</p> <p>(2)</p>	<p>Amélioration d'une étape du module SIG grâce à l'augmentation d'information numérique. Réalisation d'une étape du processus de décision et préparation à d'autres.</p> <p>(2)</p>
	FAIBLESSES	<p>Coûts associés, i.e. achat de la carte, salaires. Incertitude de données spatiales (conception, mesurage, représentation et analyse).</p> <p>(2)</p>	<p>Difficulté d'accès aux données. Jeux politiques. Risque de privilégier l'information déjà en format numérique plutôt que la plus pertinente</p> <p>(3)</p>		

Module SIG: obtention de données, suite.

FACTEURS	AXES	Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE SIG PARTICIPATIF ET COLLABORATIF			
		Obtention de données (numérisation et carte numérique)			
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Maturité technologique. R&D (i.e. rédaction de manuels de performance). Politiques d'accès à l'information (i.e. cartes). Améliorations futures (i.e. en service en ligne). Ententes universitaires (i.e. avec les stagiaires). (4)	Échange de données, si nécessaire. Effet que ce projet en particulier pourrait avoir sur un autre projet. (2)		
	CONTRAINTES	Droit d'auteur. Périodicité des actualisations des données numériques. Échelle cartographique et/ou résolution. Usagers multiples et concurrents (4)	Jeux politiques (1)		
TOTAL		12	8	2	2
BESOINS/DÉFIS		1. Experts en SIG participatifs et collaboratifs. 2. Temps nécessaire à la réalisation de cette activité. 3. Fluidité du processus : importance de bien sélectionner les données (information pertinente)			

Tableau F.4 Module SIG: conception des scénarios

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE SIG PARTICIPATIF ET COLLABORATIF			
		Conception des scénarios			
INTERNE	FORCES	Conception participative des scénarios à être analysés. Élaboration de zones d'interdiction selon différents critères. (2)	Information visuelle pour alimenter la discussion sur différents éléments du territoire et sur la distribution des éoliennes. (1)	Intégration des valeurs de chaque acteur, i.e. identification des éléments sensibles du territoire du point de vue de chaque acteur et échange d'idées. (1)	Réalisation d'une étape du processus de décision et préparations à d'autres. (1)
	FAIBLESSES	Coûts associés. Trop de couches. Volume de l'information à traiter face à la fluidité du processus participatif (3)	Apparence d'objectivité pouvant brouiller les messages auprès de certains acteurs et risques de manipulations (1)	Apparence d'objectivité pouvant brouiller les messages auprès de certains acteurs et risques de manipulations (1)	
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	R&D (en SIG participatifs et collaboratifs). (1)	Règles flexibles dans les appels d'offres de projets éoliens (i.e. permettant un changement sur la technologie choisie et donc un scénario différent) (1)	R&D (en SIG participatifs et collaboratifs). (1)	Accès facile aux RCI (cadre réglementaire : distance séparatrice des éoliennes) (1)
	CONTRAINTES				Difficulté d'accès aux RCI (cadre réglementaire) (1)
TOTAL		6	3	3	3
BESOINS/ DÉFIS		1. Nombre de séances de travail associées. 2. Temps total alloué à l'activité. 3. Experts en SIG participatifs et collaboratifs. 4. Encadrement assurant une discussion respectueuse entre les acteurs.			

Tableau F.5 Module SIG: conception des cartes

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE SIG PARTICIPATIF ET COLLABORATIF			
		Conception des cartes			
INTERNE	FORCES	Synthèse de l'analyse réalisée. Produit « physique ». (2)	Outil de discussion enthousiaste grâce à l'accès rapide à l'information visuelle et synthétique des enjeux importants pour les acteurs (1)	Identification du territoire d'étude. Facilitation du partage de préoccupations de chaque acteur. Représentation des scénarios à analyser (3)	Réalisation de la dernière étape du module SIG (1)
	FAIBLESSES	Coûts associés. (1)	Respect des règles sémiologiques, en l'absence de vrais cartographes (1)	Lecture et interprétation des cartes pouvant donner lieu à des erreurs (1)	
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Conception de nouvelle information (i.e. gisement de vents). Accès de la nouvelle information sur la Web (i.e. cartographie). Cartographie dynamique possible. R&D. (4)			Politiques (publiques ou de l'entreprise privée) favorisant la production de cartes (financement ou autres) (1)
	CONTRAINTES	Expertise main d'œuvre. Respect de la sémiologie non assuré. (2)	Risque de réduire l'information à sa forme cartographique (1)		
TOTAL		9	3	4	2
BESOINS/ DÉFIS		1. Politisation 2. Exigence du temps alloué à l'analyse de la carte. 3. Experts en SIG participatifs et collaboratifs. 4. Conception SIG-WEB (cartographie Web) pour diffusion			

Tableau F.6 Module AMCD: définition du problème et identification des enjeux

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Définition du problème (acteurs et équipe AMCD) et identification des enjeux (acteurs et équipe AMCD)			
INTERNE	FORCES		Formulation du problème Implication de tous les acteurs. Interrelation des connaissances scientifiques et locales. Communication, débat, clarification d'idées. Reconnaissance objective du contexte auquel font face les acteurs. Évolution de la définition du problème. Opportunité de réfléchir sur les impacts d'un projet. Reconnaissance de la dimension environnementale, sociale et économique de ses enjeux.	Mise en valeur des systèmes de préférences de chaque acteur. Reconnaissance de l'importance que ses systèmes ont dans le dialogue et la négociation.	Identification de possibles blocages du processus dus à des enjeux non négociables.
	FAIBLESSES		Possibilité de ralentir le processus dû à un manque de langage commun ou à un manque de disponibilité des acteurs.		

Module AMCD: définition du problème et identification des enjeux, suite.

AXES FACTEURS		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Définition du problème (acteurs et équipe AMCD) et identification des enjeux (acteurs)			
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Disponibilité d'espaces adéquats (1)	L'AMCD permet un suivi de l'évolution des enjeux. Utilisation des outils existants. Connaissances existantes qui pourraient bénéficier le processus. (3)		Prise en considération d'expériences préalables. Enjeux déjà définis (i.e. dans les rapports du BAPE). (2)
	CONTRAINTES		Manque d'expérience de l'utilisation des outils de décision. Difficulté de s'impliquer à cause du contexte historique du milieu. Pratique d'un certain rapport de forces empêchant l'utilisation des méthodes de décision. Ne pas s'impliquer à cause de l'inconnu : la maîtrise de l'outil échappe aux acteurs sociaux. Enjeux qui ne sont pas traités par les acteurs (i.e. dans les mémoires du BAPE). Un résultat du processus AMCD qui ne soit pas représentatif de la réalité. (6)	D'anciens conflits vécus dans la communauté qui pourraient se manifester lors de la discussion. Un enjeu « caché » peut retarder le processus. (2)	Absence d'une structure favorisant un espace procédural. (1)
TOTAL		1	18	4	4
BESOINS/ DÉFIS		1. Lors des débats, surmonter des confrontations possibles entre les acteurs, dues à des espaces de rapport de forces. 2. Conjoncture démocratique. 3. Appuis financiers (Coûts associés). 4. Face au manque de langage commun, dans un contexte multi-culturel et multidisciplinaire : procédure à implémenter par l'équipe en AMCD pour éviter des frustrations reliées à ce fait (temps requis pour que tous les acteurs se comprennent).			

Tableau F.7 Module AMCD: structuration des enjeux

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Structuration des enjeux (par l'équipe AMCD)			
INTERNE	FORCES		Identification et classification des enjeux environnementaux, sociaux et économiques du projet à partir de ceux identifiés par les acteurs. Acteurs-experts participants à la table de dialogue et négociation (i.e. ornithologues). (2)	Reconnaissance de l'effet (« positif » ou « négatif ») que chaque enjeu a dans le système de valeurs des acteurs. Expert externe : distance, recul émotionnel nécessaire. (2)	Étape de restitution des enjeux (validation) (1)
	FAIBLESSES	Accès au territoire : temps, logistique. (1)	Besoin de s'investir davantage à cause d'une compréhension restreinte du milieu. (1)		
EXTERNE	OPPORTUNITÉS		Pratique de réalisation de projets dans un contexte de développement durable (variables socioculturelle, économique et environ.). R& D (i.e. Méthodologies d'identification des enjeux). (2)		
	CONTRAINTES		Manque d'information pour intégrer plusieurs perspectives (i.e. études sur les corridors de migration). Nécessité de distinguer des enjeux de différents niveaux. (2)		
TOTAL		1	7	2	1
BESOINS/ DÉFIS		1. Validation consensuelle de la structuration des enjeux. 2. Appuis financiers (Coûts associés). 3. Conjoncture démocratique 4. Renforcement de capacités existantes 5. Lacunes de connaissances sur les préoccupations clés de la population (i.e santé, bilan carbone de l'éolienne, etc.)			

Tableau F.8 Module AMCD: choix de la méthode d'évaluation

[illegible]

Module AMCD: choix de la méthode d'évaluation, suite.

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Choix de la méthode d'évaluation (par l'équipe d'experts en AMCD)			
EXTERNE	OPPORTUNITÉS		Améliorations futures (R&D).		Renforcement de capacités des experts en aide à la décision (i.e. participation à des projets internationaux, capacitation par des experts chevronnés et reconnus au niveau mondial).
	CONTRAINTES				
TOTAL		1	6	1	2
BESOINS/ DÉFIS		<ol style="list-style-type: none"> Méthode d'évaluation choisie en fonction du type de problème analysé (i.e. disponibilité des acteurs, budget prévu, facilité d'analyse de résultats). La décision appartient au groupe d'experts en AMCD, lequel doit faire preuve d'honnêteté et d'impartialité. Validation consensuelle de la méthode d'évaluation choisie. Plan scientifique : il faut interpréter plusieurs interfaces. L'expert doit être capable d'en tirer de conclusions. Rendre significatifs les résultats (rédaction d'une grille de lecture sur l'ACP). Mise au point du visuel de D-Sight (information à restituer). Conjoncture démocratique. Appuis financiers (Coûts associés). L'expert doit avoir une position neutre. 			

Tableau F.9 Module AMCD: choix de critères

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Choix de critères (par l'équipe d'experts en AMCD)			
INTERNE	FORCES		Rapidité dans la sélection des critères pour passer immédiatement à leur pondération. Structuration cohérente des préoccupations des acteurs. Construction du problème. (3)	POUR LES ACTEURS : Les critères sont un appui au jugement des enjeux identifiés. (1)	Étape dans laquelle la modélisation du problème s'établit. (1)
	FAIBLESSES			Il faut démontrer l'impartialité et l'honnêteté de l'équipe d'AMCD. (1)	
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Appui financier. (1)	R&D (i.e. les critères développés par des ministères, tels que ceux sur l'aménagement durable des forêts). (1)		
	CONTRAINTES	Manque d'appui financier. (1)			Disponibilité des gens qui participent. (1)
TOTAL		2	4	2	2
BESOINS/ DÉFIS		<ol style="list-style-type: none"> 1. Le choix appartient au groupe d'experts en AMCD, lequel doit faire preuve d'honnêteté et d'impartialité. 2. Équilibre entre le choix de développer de nouveaux critères, appropriés au contexte spécifique du projet, et le choix d'utiliser ceux déjà développés. 3. Validation consensuelle des critères choisis. 4. Organisation matérielle (logistique) 5. Identification des liens existants entre les systèmes de valeurs des acteurs et les critères choisis. 6. Appuis financiers (Coûts associés). 			

Tableau F.10 Module AMCD: pondération de critères

<div> <div>AXES</div> <div>FACTEURS</div> </div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Pondération de critères (par les acteurs)			
INTERNE	FORCES		Implication de tous. Transposition du système de valeurs de chaque acteur en un cadre technique pour en faire une analyse. Source de discussion sur les enjeux externes et locaux (acteurs externes et locaux). (3)	Formalisation du système de valeurs de chaque acteur : préférence individuelle d'un critère face à un autre. Appropriation de l'espace de liberté de chaque acteur. (2)	Étape dans laquelle se construit le système de valeurs des acteurs. (1)
	FAIBLESSES			Authentique représentativité des acteurs (i.e valeurs personnelles face aux valeurs d'une organisation que l'acteur représente). (1)	

Module AMCD: pondération de critères, suite.

AXES FACTEURS		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Pondération de critères (par les acteurs)			
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Disponibilité d'espaces adéquats. (1)	R&D (i.e. développement de méthodes de construction de préférences). (1)		Politiques encourageant la construction de préférence dans les audiences publiques. (1)
	CONTRAINTES				
TOTAL		1	4	3	2
BESOINS/ DÉFIS		<ol style="list-style-type: none"> Conjoncture démocratique. Adaptation de la pondération de critères à des méthodes non mathématiques (i.e. utilisation des couleurs à la place de l'assignation de pourcentages) pour un contexte spécial. Appuis financiers (Coûts associés). Acteur expert: être capable de tenir compte de la réalité, de prendre distance de l'« acteur ». Pondération ouverte et sujette à une discussion ample. Techniques de discussion pour qu'une même organisation arrive à avoir un consensus de leurs pondérations. Les catégories des acteurs proposées (public, privé, société civile et experts) doivent pouvoir discriminer davantage à l'intérieur de chacune (i.e. acteur public rédigeant un règlement ou acteur public devant défendre les droits de citoyens) 			

Tableau F.11 Module AMCD: identification des indicateurs

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Identification des indicateurs (par l'équipe AMCD)			
INTERNE	FORCES		Construction des éléments d'évaluation des critères. Rapidité dans la sélection des indicateurs pour passer immédiatement à leur validation et à la construction de la matrice d'évaluation. Construction du problème. (3)	POUR LES ACTEURS : Lors de la validation, certitude que les indicateurs choisis représentent les enjeux exprimés (Transparence dans la négociation). (1)	Possibilité de discuter à sujet des indicateurs et des échelles. Construction des échelles. Étape dans laquelle les critères sont évalués. (3)
	FAIBLESSES				
EXTERNE	OPPORTUNITÉS		Génération d'information et sa disponibilité. (1)		
	CONTRAINTES				
TOTAL		0	4	1	3
BESOINS/ DÉFIS		<ol style="list-style-type: none"> 1. Le choix appartient au groupe d'experts en AMCD, lequel doit faire preuve d'honnêteté et d'impartialité. 2. Validation consensuelle, par les acteurs, des indicateurs choisis. 3. Temps alloué à cette validation 4. Information disponible. 5. Conjoncture démocratique. 6. Appuis financiers (Coûts associés, i.e nombre de séances nécessaires). 7. Rendre significatif le choix de l'échelle. 			

Tableau F.12 Module AMCD: choix des échelles d'évaluation

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Choix des échelles d'évaluation (par l'équipe AMCD)			
INTERNE	FORCES		Permettra d'évaluer chaque critère sur chacun des scénarios. (1)	POUR LES ACTEURS : Renforcement des systèmes de valeurs : graduation d'effets environnementaux, socioculturels ou économiques de chaque scénario. (1)	Étape dans laquelle les experts travaillent de façon isolée pour créer un système cohérent qui permettra d'évaluer les critères. (1)
	FAIBLESSES				
EXTERNE	OPPORTUNITÉS		Information générée et disponible. Méthodes scientifiques établies qui permettront de mesurer les échelles. Projet existant : appui pour les connaissances. (3)		
	CONTRAINTES				
TOTAL		0	4	1	1
BESOINS/ DÉFIS		<ol style="list-style-type: none"> 1. Le choix appartient au groupe d'experts en AMCD, lequel doit faire preuve d'honnêteté et d'impartialité. 2. Validation consensuelle, par les acteurs, des indicateurs choisis. 3. Temps alloué à cette validation. 4. L'échelle n'existe que par les connaissances scientifiques ou du territoire. 5. Information disponible. 6. Appuis financiers (Coûts, i.e nombre de séances nécessaires). 			

Tableau F.13 Module AMCD: matrice d'évaluation

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Matrice d'évaluation (équipe AMCD et validée par les acteurs)			
INTERNE	FORCES		Informe plus là-bas de la définition du problème. Représentation achevée du problème (indique les performances des scénarios). Évaluation de la performance des scénarios sur chaque critère. Favorise l'élargissement de vision des acteurs.	Base du dialogue des acteurs (dialogue à partir de la même matrice d'évaluation). Outil de communication avant d'entrer dans le logiciel (« boîte noire ») et donc outil de construction de la transparence. Remise en question des préférences du problème.	Synthèse du problème (fait le lien entre la construction du problème et la décision).
	FAIBLESSES				
EXTERNE	OPPORTUNITÉS				
	CONTRAINTES				
TOTAL		0	4	3	1
BESOINS/ DÉFIS		1. Le choix appartient au groupe d'experts en AMCD, lequel doit faire preuve d'honnêteté et d'impartialité. 2. Validation consensuelle de la matrice d'évaluation. 3. Temps alloué à cette validation. 4. Appuis financiers (Coûts associés, i.e. nombre de séances nécessaires).			

Tableau F.14 Module AMCD: analyse de préférences

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Analyse de préférences			
INTERNE	FORCES		Obtention des schémas des critères conflictuels et de la coalition des acteurs. Rangement des scénarios. Discussions sur le rangement obtenu. (3)	Immersion dans le dialogue et la négociation. Éclaircissement personnel sur les systèmes de valeurs. (2)	Étape dans laquelle les scénarios sont classifiés selon leurs performances. (1)
	FAIBLESSES				
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Disponibilité d'espaces adéquats. (1)	Avancement de l'état de connaissances (i.e. santé et ultrasons) (sert à juger la raison d'être des préférences ou de préoccupations). (1)	Débats publics entre les opposants et les défenseurs d'un projet déterminé. (1)	Repérage d'enjeux majeurs dans la réalisation d'une étude d'impact par analyse multicritère et de méthodes de prise de décision. (1)
	CONTRAINTES				
TOTAL		1	4	3	2
BESOINS/ DÉFIS		1. L'équipe d'experts en AMCD conduit l'analyse et elle doit faire preuve d'honnêteté et d'impartialité. 2. Conjoncture démocratique. 3. Appuis financiers (Coûts associés). 4. Choix de la fonction de préférence. 5. Défis en communication i.e. présentation de produits sortis du logiciel (effet « boîte noire »).			

Tableau F.15 Module AMCD: consolidation du jugement

<div> <div>AXES</div> <div>FACTEURS</div> </div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Consolidation du jugement : Analyse de sensibilité et de robustesse			
INTERNE	FORCES		<p>Indique la plage des paramètres (i.e. le poids d'un critère) peut changer sans affecter le rangement des scénarios, et vice-versa.</p> <p>Aide à identifier quels critères pourront faire l'objet de la négociation.</p> <p>Aide à comprendre les mécanismes de négociation.</p> <p>Permet de confronter les divergences entre les acteurs.</p> <p>Aide à identifier si les recommandations résultant de l'analyse sont solides ou non.</p> <p>Aide à comprendre comment le changement de pondération des critères change le résultat de l'analyse.</p> <p>Aide à prendre en compte les incertitudes liées à l'évaluation des performances.</p> <p>(7)</p>	<p>Permet d'éclaircir les choix personnels sur l'importance accordée à chaque critère et, si nécessaire, d'y faire des changements.</p> <p>Prise en charge de divergences : comment on réagirait devant une situation.</p> <p>Offre aux acteurs une certitude sur les résultats qui leur sont présentés.</p> <p>(3)</p>	<p>Étape dans laquelle se comprennent les raisons de divergence et convergence entre les acteurs.</p> <p>Fait possible une auto-évaluation du système de préférence des acteurs pour faire de changements dans la pondération de critères.</p> <p>(2)</p>
	FAIBLESSES				

Module AMCD: consolidation du jugement, suite.

AXES		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		<div> <div></div> <div></div> </div>			
		MODULE AMCD			
FACTEURS		Consolidation du jugement : Analyse de sensibilité et de robustesse			
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Disponibilité d'espaces adéquats. (1)	Débats publics utilisant outils pour tester les limites et implications de différentes décisions. (1)		Utilisation des outils d'analyse de sensibilité dans, par exemple, les études d'impact. (1).
	CONTRAINTES				
TOTAL		1	8	3	3
BESOINS/ DÉFIS		1. Validation consensuelle de l'analyse de sensibilité et de robustesse. 2. Amélioration visuelle de la présentation de résultats des analyses. 3. Conjoncture démocratique. 4. Appuis financiers (Coûts associés).			

Tableau F.16 Module AMCD: décision

<div> <div>AXES</div> <div>FACTEURS</div> </div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Décision			
INTERNE	FORCES		<p>Co-construite : avec des acteurs autant locaux qu'extérieurs à la communauté hôte; avec une vision partagée du projet de parc éolien; en reconnaissant les conflits présents; à partir d'une nouvelle connaissance générée par le processus. Vision partagée des enjeux du projet. Mise en évidence des faiblesses et des forces des différents scénarios. Les décideurs ont une cartographie de solution possible selon les différents acteurs (plan Gaia et classement individuel).</p> <p>(4)</p>	<p>Sentiment de participation dans la prise de décision. Sentiment de refus ou d'appropriation de la décision prise.</p> <p>(2)</p>	<p>Étape dans laquelle il est possible de structurer la négociation grâce à une vision globale et non pas sur un rangement ou sur un rapport de forces.</p> <p>(1)</p>
	FAIBLESSES				

Module AMCD: décision, suite.

<div>AXES</div> <div>FACTEURS</div>		Construction de l'espace physique	Construction de l'espace intellectuel	Construction de l'espace émotionnel	Construction de l'espace procédural
		MODULE AMCD			
		Décision			
EXTERNE	OPPORTUNITÉS	Disponibilité d'espaces adéquats. (1)	Manuels de pratique d'une prise de décision collaborative dans différents secteurs (i.e. hôpitaux, universités, etc.). (1)	Contexte socioculturel habitué aux prises de décision conjointes (i.e. pratique dans de réseaux sociaux sur internet ou à la participation citoyenne dans la communauté). (1)	Recommandation d'utilisation des méthodes de prise de décision (i.e. dans les études d'impacts). (1)
	CONTRAINTES				
TOTAL		1	5	3	2
BESOINS/ DÉFIS		1. Conjoncture démocratique. 2. Appuis financiers (Coûts associés). 3. Capacité du décideur et de l'expert d'aller au là-bas du rangement pour prendre en compte les forces et les faiblesses des différentes solutions discutées. 4. Capacité du décideur et de l'expert de tenir compte de préoccupation des minorités.			

ANNEXE G

LISTE DÉTAILLÉE DES FORCES-FAIBLESSES ET DES OPPORTUNITÉS- CONTRAINTES IDENTIFIÉES LORS DE L'ANALYSE FFOC

Cette liste présente les *facteurs* (forces, faiblesses, opportunités, contraintes), par module et par environnement, apparaissant dans les 16 feuilles de travail (voir annexe F).

MODULE SIG. ENVIRONNEMENT INTERNE : FORCES.

1. Accès à l'information visuelle pour un échange d'idées plus facile.
2. Accès et copie de l'information numérique.
3. Accès facile à l'information stockée
4. Accès rapide à l'information visuelle sur différents éléments du territoire.
5. Amélioration d'une étape du module SIG grâce à l'augmentation d'information numérique.
6. Analyse de l'information.
7. Appropriation et identification du territoire grâce à l'identification des éléments importants pour les acteurs.
8. Augmenter la quantité d'information (numérique) disponible.
9. Capacité de stockage de données.
10. Cartes : Synthèse de l'analyse réalisée.
11. Conception participative des scénarios à être analysés.
12. Édition de l'information.
13. Élaboration de zones d'interdiction selon différents critères.
14. Établissement de règles de prise de parole.
15. Facilite d'échange d'idées (d'appui au processus cognitif des acteurs) sur les critères à analyser.
16. Facilitation du partage de préoccupations de chaque acteur.
17. Faire ressortir l'information existante dans son contexte spatial.
18. Identification du territoire d'étude.
19. Information visuelle pour alimenter la discussion sur différents éléments du territoire et sur la distribution des éoliennes.
20. Intégration des valeurs de chaque acteur.
21. Outil de discussion enthousiaste grâce à l'accès rapide à l'information visuelle et synthétique des enjeux importants pour les acteurs
22. Partage d'idées, discussion.
23. Partage de données.
24. Participation de tous les acteurs (SIG participatifs et collaboratifs).
25. Performance des outils du logiciel.

26. Possibilité d'obtenir information vectorielle à partir d'un document non disponible en format numérique.
27. Possibilité de participation multi- acteurs.
28. Possibilité de prise en considération de bases de données de création locale.
29. Prise en compte des critères que chaque acteur défend.
30. Produit « physique » (cartes).
31. Réalisation de la dernière étape du module SIG
32. Réalisation d'une étape du module SIG et préparations d'autres.
33. Réalisation de chacune des étapes du module SIG.
34. Représentation des idées concrètes.
35. Représentation des scénarios à analyser
36. Si existence de produits numériques, accès à information vectorielle facilement reproductible et qui permet la compréhension du territoire.
37. Validation de l'information et de la qualité de la donnée.

MODULE SIG. ENVIRONNEMENT INTERNE : FAIBLESSES.

1. Apparence d'objectivité pouvant brouiller les messages auprès de certains acteurs et risques de manipulations
2. Avis opposés.
3. Confrontation.
4. Contexte volatil et/ou sensible
5. Coûts associés (c.-à-d. nombre de séances pour les SIG participatifs, achat de la carte, salaires experts, équipe, logiciel).
6. Difficulté d'accès aux données.
7. Incertitude de données spatiales (conception, mesurage, représentation et analyse).
8. Jeux politiques.
9. Lecture et interprétation des cartes pouvant donner lieu à des erreurs
10. Perception des acteurs sur leurs méconnaissances informatiques, donc, risque de ne pas participer avec leur savoir-faire local.
11. Respect des règles sémiologiques, en l'absence de vrais cartographes
12. Risque de récriminations entre les participants.
13. Risque de tendance à la généralisation et à la simplification des phénomènes en vue de les inclure dans les SIG
14. Risque de privilégier l'information déjà en format numérique plutôt que la plus pertinente
15. Trop de couches.
16. Volume de l'information à traiter face à la fluidité du processus participatif
17. Vulnérabilité aux pannes (marginal ou non selon le contexte).

MODULE SIG. ENVIRONNEMENT EXTERNE : OPPORTUNITÉS.

1. Accès de la nouvelle information sur le Web (c.-à-d. cartographie).
2. Accès facile aux RCI (cadre réglementaire : distance séparatrice des éoliennes)
3. Améliorations futures (recherche et développement c.-à-d. en méthodes collaboratives, en techniques de travail de groupe, rédaction de manuels de performance, en service en ligne, en SIG participatifs).
4. Budgets alloués au renforcement de capacités informatiques

5. Cartographie dynamique possible.
6. Conception de nouvelle information (c.-à-d. gisement de vents).
7. Dans le système éducatif (c.-à-d. développement des compétences informatiques des étudiants)
8. Développement technologique (c.-à-d. interphase AMDC-SIG).
9. Échange de données, si nécessaire.
10. Effet que ce projet en particulier pourrait avoir sur un autre projet.
11. Ententes universitaires (c.-à-d. avec les stagiaires).
12. Maturité technologique.
13. Politiques (c.-à-d. publiques ou de l'entreprise privée favorisant le débat, la production de cartes, l'assignation des financements ou d'accès à l'information –cartes)
14. Règles flexibles dans les appels d'offres de projets éoliens (c.-à-d. permettant un changement sur la technologie choisie et donc un scénario différent)
15. Utilisation des gratuits.

MODULE SIG. ENVIRONNEMENT EXTERNE : CONTRAINTES.

1. Accessibilité de données.
2. Coûts associés.
3. Difficulté d'accès aux RCI (cadre réglementaire)
4. Disponibilité d'un espace adéquat pour les discussions de groupe.
5. Droit d'auteur.
6. Échelle cartographique et/ou résolution
7. Existence de structures de distribution de données.
8. Expertise main-d'œuvre.
9. Fiabilité inégale des gratuits.
10. Jeux politiques
11. Pas d'appui à la consultation publique ou au débat.
12. Pas de budgets alloués à la R et D et au renforcement de capacités informatiques.
13. Périodicité des actualisations des données numériques.
14. Respect de la sémiologie non assuré.
15. Risque d'une « technocratisation » de l'intervention des acteurs.
16. Risque de réduire l'information à sa forme cartographique
17. Usagers multiples et concurrents

MODULE SIG. BESOINS ET DÉFIS.

Besoin d'experts en SIG participatifs et collaboratifs.
 Conception SIG-WEB (cartographie Web) pour diffusion
 Contexte politique : le SIG permettra de faire apparaître les conflits et de confronter les idées.
 Encadrement assurant une discussion respectueuse entre les acteurs.
 Exigence du temps alloué à l'analyse de la carte.
 Existence de l'information nécessaire.
 Experts en SIG participatifs et collaboratifs.
 Difficulté d'accès à l'information
 Fluidité du processus : importance de bien sélectionner les données (information pertinente)
 Intégration de personnes de tous âges et de tous contextes culturels dans des discussions utilisant des ordinateurs.

Intérêt de la conception et de la perception du territoire par des méthodes informatiques (mais aussi limitations possibles).

Nombre de séances de travail associées.

Politisation

Réglementation favorisant les approches participatives dans la prise de décision.

Temps nécessaire et total à la réalisation de cette activité

MODULE AMCD. ENVIRONNEMENT INTERNE : FORCES.

1. Acteurs-experts participants à la table de dialogue et négociation (c.-à-d. ornithologues).
2. Aide à comprendre les mécanismes de négociation.
3. Aide à comprendre comment le changement de pondération des critères change le résultat de l'analyse.
4. Aide à identifier quels critères pourront faire l'objet de la négociation.
5. Aide à identifier si les recommandations résultant de l'analyse sont solides ou non.
6. Aide à prendre en compte les incertitudes reliées à l'évaluation des performances.
7. Appropriation de l'espace de liberté de chaque acteur.
8. Base du dialogue des acteurs (dialogue à partir de la même matrice d'évaluation).
9. Communication, débat, clarification d'idées.
10. Construction des éléments d'évaluation des critères.
11. Construction des échelles.
12. Construction du problème.
13. Décision co-construite : avec des acteurs autant locaux qu'extérieurs à la communauté hôte; avec une vision partagée du projet de parc éolien; en reconnaissant les conflits présents; à partir d'une nouvelle connaissance générée par le processus.
14. Discussions sur le rangement obtenu.
15. Éclaircissement personnel sur les systèmes de valeurs.
16. Étape dans laquelle il est possible de structurer la négociation grâce à une vision globale et non pas sur un rangement ou sur un rapport de forces.
17. Étape dans laquelle la modélisation du problème s'établit.
18. Étape dans laquelle les critères sont évalués.
19. Étape dans laquelle les experts travaillent de façon isolée pour créer un système cohérent qui permettra d'évaluer les critères.
20. Étape dans laquelle les scénarios sont classifiés selon leurs performances.
21. Étape d'analyse des raisons des divergences et des convergences entre les acteurs.
22. Étape dans laquelle le système de valeurs des acteurs est construit.
23. Étape de restitution des enjeux (validation)
24. Évaluation de la performance des scénarios sur chaque critère.
25. Évolution de la définition du problème.
26. Expert externe : distance, recul émotionnel nécessaire.
27. Fait possible une auto-évaluation du système de préférence des acteurs pour faire de changements dans la pondération de critères.
28. Favorise l'élargissement de vision des acteurs.
29. Formalisation du système de valeurs de chaque acteur : préférence individuelle d'un critère face à un autre.
30. Formulation du problème
31. Identification et classification des enjeux environnementaux, sociaux et économiques du projet à partir de ceux identifiés par les acteurs.

32. Identification de possibles blocages du processus dus à des enjeux non négociables.
33. Immersion dans le dialogue et la négociation.
34. Implication de tous les acteurs.
35. Informe plus là-bas de la définition du problème.
36. Indique la plage des paramètres (c.-à-d. le poids d'un critère) peut changer sans affecter le rangement des scénarios, et vice-versa.
37. Interrelation des connaissances scientifiques et locales.
38. Les décideurs ont une cartographie de solution possible selon les différents acteurs (plan Gaia et classement individuel).
39. Maîtrise de l'outil.
40. Mise en évidence des faiblesses et des forces des différents scénarios.
41. Mise en valeur des systèmes de préférences de chaque acteur.
42. Obtention des schémas des critères conflictuels et de la coalition des acteurs.
43. Offre aux acteurs une certitude sur les résultats qui leur sont présentés.
44. Opportunité de réfléchir sur les impacts d'un projet.
45. Outil adapté à la réalité du problème.
46. Outil de communication avant d'entrer dans le logiciel (« boîte noire ») et donc outil de construction de la transparence.
47. Pas de codification supplémentaire à faire.
48. Permet d'éclaircir les choix personnels sur l'importance accordée à chaque critère et, si nécessaire, d'y faire des changements.
49. Permet de confronter les divergences entre les acteurs.
50. Phase dans laquelle l'expert travaille de façon isolée pour donner réponse à la question posée par les acteurs (c.-à-d. la réponse est de classer différentes possibilités d'un même projet).
51. Permettront d'évaluer chaque critère sur chacun des scénarios.
52. Possibilité de discuter à sujet des indicateurs et des échelles.
53. Possibilité d'utiliser différentes unités (ha, m², etc.).
54. POUR LES ACTEURS : Les critères sont un appui au jugement des enjeux identifiés.
55. POUR LES ACTEURS : Lors de la validation, certitude que les indicateurs choisis représentent les enjeux exprimés (Transparence dans la négociation).
56. POUR LES ACTEURS : Renforcement des systèmes de valeurs : graduation d'effets environnementaux, socioculturels ou économiques de chaque scénario.
57. Prise en charge de divergences : comment réagirait-on devant une situation?
58. Rangement des scénarios.
59. Rapidité dans la sélection des critères pour passer immédiatement à leur pondération.
60. Rapidité dans la sélection des indicateurs pour passer immédiatement à leur validation et à la construction de la matrice d'évaluation.
61. Rapidité dans la sélection de la méthode d'évaluation pour passer immédiatement à l'étape suivante.
62. Reconnaissance de la dimension environnementale, sociale et économique de ses enjeux.
63. Reconnaissance de l'effet (« positif » ou « négatif ») que chaque enjeu a dans le système de valeurs des acteurs.
64. Reconnaissance de l'importance que ses systèmes ont dans le dialogue et la négociation.
65. Reconnaissance objective du contexte auquel font face les acteurs.
66. Remise en question des préférences du problème.

- 67. Représentations graphiques (aspect « visuel » de la méthode).
- 68. Représentation achevée du problème (indique les performances des scénarios).
- 69. Sentiment de participation dans la prise de décision.
- 70. Sentiment de refus ou d'appropriation de la décision prise.
- 71. Source de discussion sur les enjeux externes et locaux (acteurs externes et locaux).
- 72. Structuration cohérente des préoccupations des acteurs.
- 73. Synthèse du problème (fais le lien entre la construction du problème et la décision).
- 74. Transposition du système de valeurs de chaque acteur en un cadre technique pour en faire une analyse.
- 75. Vision partagée des enjeux du projet.

MODULE AMCD. ENVIRONNEMENT INTERNE : FAIBLESSES.

- 1. Accès au territoire : temps, logistique.
- 2. Authentique représentativité des acteurs (valeurs personnelles face aux valeurs d'une organisation que l'acteur représente).
- 3. Besoin de s'investir davantage à cause d'une compréhension restreinte du milieu.
- 4. Il faut démontrer l'impartialité et l'honnêteté de l'équipe d'AMCD.
- 5. Perception des acteurs sur ces méconnaissances en tant que non-experts [risque de ne pas s'approprier cette étape].
- 6. Possibilité de ralentir le processus dû à un manque de langage commun ou à un manque de disponibilité des acteurs.

MODULE AMCD. ENVIRONNEMENT EXTERNE : OPPORTUNITÉS.

- 1. Améliorations futures [R ET D].
- 2. Appui financier.
- 3. Avancement de l'état de connaissances [c.-à-d. santé et ultrasons] [sers à juger la raison d'être des préférences ou de préoccupations].
- 4. Connaissances existantes qui pourraient bénéficier le processus.
- 5. Contexte socioculturel habitué aux prises de décision conjointes [c.-à-d. pratique dans de réseaux sociaux sur internet ou à la participation citoyenne dans la communauté].
- 6. Débats publics entre les opposants et les défenseurs d'un projet déterminé.
- 7. Débats publics utilisant outils pour tester les limites et implications de différentes décisions.
- 8. Disponibilité d'espaces adéquats
- 9. Enjeux déjà définis [c.-à-d. dans les rapports du BAPE].
- 10. Génération d'information et sa disponibilité.
- 11. Information générée et disponible.
- 12. L'AMCD permet un suivi de l'évolution des enjeux.
- 13. Manuels de pratique d'une prise de décision collaborative dans différents secteurs [c.-à-d. hôpitaux, universités, etc.].
- 14. Méthodes scientifiques établies qui permettront de mesurer les échelles.
- 15. Pratique de réalisation de projets dans un contexte de développement durable [variables socioculturelle, économique et environ.].
- 16. Politiques encourageant la construction de préférence dans les audiences publiques.
- 17. Prise en considération d'expériences préalables.

18. Renforcement de capacités des experts en aide à la décision [c.-à-d. participation à des projets internationaux, capacitation par des experts chevronnés et reconnus au niveau mondial].
19. R& D [c.-à-d. Méthodologies d'identification des enjeux ; les critères développés par des ministères, tels que ceux sur l'aménagement durable des forêts ; développement de méthodes de construction de préférences].
20. Projet existant : appui pour les connaissances.
21. Repérage d'enjeux majeurs dans la réalisation d'une étude d'impact par analyse multicritère et de méthodes de prise de décision.
22. Recommandation d'utilisation des méthodes de prise de décision [c.-à-d. dans les études d'impacts].
23. Utilisation des outils existants [c.-à-d. outils d'analyse de sensibilité dans les études d'impact].

MODULE AMCD. ENVIRONNEMENT EXTERNE : CONTRAINTES.

1. Absence d'une structure favorisant un espace procédural.
2. Des conflits anciens vécus dans la communauté pourraient refaire surface lors de la discussion.
3. Difficulté de s'impliquer à cause du contexte historique du milieu.
4. Disponibilité des gens qui participent.
5. Enjeux qui ne sont pas traités par les acteurs [c.-à-d. dans les mémoires du BAPE].
6. Manque d'expérience de l'utilisation des outils de décision.
7. Manque d'information pour intégrer plusieurs perspectives [c.-à-d. études sur les corridors de migration].
8. Manque d'appui financier.
9. Nécessité de distinguer des enjeux de différents niveaux.
10. Ne pas s'impliquer à cause de l'inconnu : la maîtrise de l'outil échappe aux acteurs sociaux.
11. Pratique d'un certain rapport de forces empêchant l'utilisation des méthodes de décision.
12. Un résultat du processus AMCD qui ne soit pas représentatif de la réalité.
13. Un enjeu « caché » peut retarder le processus.

MODULE AMCD. BESOINS ET DÉFIS.

- Acteur expert : être capable de tenir compte de la réalité, de prendre distance de l'« acteur ».
- Adaptation de la pondération de critères à des méthodes non mathématiques [c.-à-d. utilisation des couleurs à la place de l'assignation de pourcentages] pour un contexte spécial.
- Amélioration visuelle de la présentation de résultats des analyses.
- Appuis financiers [Coûts associés, c.-à-d. nombre de séances nécessaires].
- Capacité du décideur et de l'expert d'aller au là-bas du rangement pour prendre en compte les forces et les faiblesses des différentes solutions discutées.
- Capacité du décideur et de l'expert de tenir compte de préoccupation des minorités.
- Conjoncture démocratique.
- Choix de la fonction de préférence.
- Défis en communication c.-à-d. présentation de produits sortis du logiciel [effet « boîte noire »].
- Équilibre entre le choix de développer de nouveaux critères adaptés au contexte spécifique du projet, et le choix d'utiliser ceux déjà développés.

Face au manque de langage commun, dans un contexte multiculturel et multidisciplinaire : procédure à implémenter par l'équipe en AMCD pour éviter des frustrations liées à ce fait [temps requis pour que tous les acteurs se comprennent].

Identification des liens existants entre les systèmes de valeurs des acteurs et les critères choisis.

Information disponible.

La décision appartient au groupe d'experts en AMCD, lequel doit faire preuve d'honnêteté et d'impartialité.

L'expert doit avoir une position neutre.

L'expert doit être capable d'en tirer des conclusions.

Les catégories des acteurs proposées [public, privé, société civile et experts] doivent pouvoir discriminer davantage à l'intérieur de chacune [c.-à-d. acteur public rédigeant un règlement ou acteur public devant défendre les droits de citoyens]

L'équipe d'experts en AMCD doit faire preuve d'honnêteté et d'impartialité pour : conduire chacune des étapes ; pour le choix de la méthode de décision, des échelles, des indicateurs et pour réaliser l'analyse.

L'échelle n'existe que par les connaissances scientifiques ou du territoire.

Lors des débats, surmonter des confrontations possibles entre les acteurs dues à des espaces de rapport de forces.

Méthode d'évaluation choisie en fonction du type de problème analysé [c.-à-d. disponibilité des acteurs, budget prévu, facilité d'analyse de résultats].

Mise au point du visuel de D-Sight [information à restituer].

Organisation matérielle [logistique]

Plan scientifique : il faut interpréter plusieurs interfaces.

Pondération ouverte et sujette à une discussion ample.

Rendre significatif le choix de l'échelle.

Rendre significatifs les résultats [rédaction d'une grille de lecture sur l'ACP].

Techniques de discussion pour qu'une même organisation arrive à avoir un consensus de leurs pondérations.

Temps alloué à la validation [des critères, des indicateurs, des échelles, etc.]

Validation consensuelle de la méthode d'évaluation choisie.

Validation consensuelle des critères choisis.

Validation consensuelle, par les acteurs, des indicateurs choisis.

Validation consensuelle de la matrice d'évaluation.

Validation consensuelle de l'analyse de sensibilité et de robustesse.

BIBLIOGRAPHIE

Introduction générale et conclusion générale

Avritzer, L. 2002. *Democracy and the Public Space in Latin America*. Princeton University Press. USA.

Blogue énergie éolienne. 2007. Base de connaissances sur l'énergie éolienne avec blogue, outil de formation en ligne, annuaire, vidéo, document. [En ligne] Page consultée le 4 novembre 2007 : <http://blogue-energie-eolienne.org/wp-content/uploads/2007/03/manifeste-citoyen-pour-un-developpement-eolien-durable1.pdf>

Bouchard, R. *et al.* 2007. *L'éolien: Pour qui souffle le vent?* Écosociété.

Erelia Groupe. 2007. Le haut des ailes. [En ligne] Page consultée le 4 novembre : <http://www.lehautdesailes.fr/>

Gaudin, J.-P. 2007. *La démocratie participative*. Armand Colin.

Gipe, P. 2007. *Le grand livre de l'éolien*. Le Moniteur.

GIRARDOT J.-J. 2009. 'Results and prospects of caENTI the coordination action of the Network of Territorial Intelligence' in *CaENTI final seminar* in Brussels, Brussels.

Gouvernement du Québec. 2005. *Règlement sur le second bloc d'énergie éolienne*. Gazette officielle du Québec, 15 octobre 2005, 137^e année, n° 41B.

Gouvernement du Québec. 2006. *Projet de loi n° 118. Loi sur le développement durable*. Éditeur officiel du Québec.

Groupe de travail III du GIEC. Mai 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques : l'atténuation des changements climatiques. Résumé à l'intention des décideurs*. Par Barker Terry et al. Bangkok, Thaïlande, p. 13.

Hydro-Québec Distribution. 2008. *L'énergie éolienne. Pour assurer l'approvisionnement en électricité du Québec*. Direction principale-Communications pour la direction-Approvisionnement en électricité. Hydro-Québec.

Midilli, A., Dincer, I. and Murat, A. 2005. *Green energy strategies for sustainable development*. Elsevier.

Ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec. 1^{er} trimestre 2005. *Guide pour la réalisation d'une étude d'intégration et d'harmonisation paysagères. Projet d'implantation de parc éolien sur le territoire public*. Par la Direction générale de la gestion du territoire public. Gouvernement du Québec.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. 2006. *L'énergie pour construire le Québec de demain. La stratégie énergétique du Québec 2006-2015*. Gouvernement du Québec.

Oberti, P. 2008. 'AMCDP (Aide multicritère à la décision participative)' in *Newsletter of the European Working Group* « Multicriteria Aid for Decisions », Series 3, no 18, Fall 2008.

OECD/IEA. 2006. *Renewable energy: RD & D Priorities. Insights from IEA Technology Programmes*. OECD/IEA, France.

Patriotta, G. and Spedale, S. 2011. Micro-interaction Dynamics in Group Decision Making: Face Games, Interaction Order and Boundary Work'. *Scandinavian Journal of Management*. Vol. 27, 362—374. ELSEVIER.

Prévil, C. 2009. 'Participation du public dans la gouvernance de l'environnement et du territoire : pour améliorer l'instrumentation'. Dans *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*. Volume 9 Numéro 1.

Ressources naturelles Canada. Juillet 2008, page 25. *L'acceptation sociale des projets éoliens au Québec*. Par Maya Jegen. Gouvernement du Canada.

Roy, B. 2009. "Deux conceptions de l'aide à la décision". *European Working Group, Multiple Criteria Decision Aiding*, series 3, no. 19.

Sebastien, L. 2006. "De l'idée d'un développement durable socio-centré à la nécessité d'une gouvernance environnementale éclairé". Dans *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire. Méthodes et outils*, sous la direction de Graillot, D. et Waaub, J.-P. LAVOISIER.

Simão, A. et al. 2008. "Web-based GIS for collaborative planning and public participation : An application to the strategic planning of wind farm sites". *Journal of environmental Management*, doi:10.1016/j.jenvman.2007.08.032. Elsevier.

Tsioliaridou, E., Bakos G.C. and Stadler, M. 2005. *A new energy planning methodology for the penetration of renewable energy technologies in electricity factor-application for the island of Crete*. Elsevier.

Weisbord, Marvin. R. 1993. *Discovering Common Ground. How Future Search Conferences Bring People Together to Achieve Breakthrough Innovation, empowerment, Shared Vision, and Collaborative Action*. Berrett-Koehler Publishers. San Francisco.

Annexes

Annexe A

Audet, G. 2009. *Énergie éolienne au Québec : L'aspect de l'acceptabilité sociale lié au choix de modèle de développement*. Mémoire de maîtrise en science politique, UQAM. Maya Jegen, directrice de recherche.

Baban, S. M. J. et Parry, T. 2001. Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. *Renewable Energy* 24: 59-71. Pergamon / Elsevier.

BAPE. 21 février 1997. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 109. Projet de parc éolien de la Gaspésie*. Gouvernement du Québec.

BAPE. 8 mars 2004. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 190. Projets d'aménagement des parcs d'éoliennes des monts Copper et Miller à Murdochville*. Gouvernement du Québec.

BAPE. 16 septembre 2005. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 216. Projet d'aménagement d'un parc éolien à Murdochville*. Gouvernement du Québec.

BAPE. 16 septembre 2005. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 217. Projets de parcs éoliens à Baie-des-Sables et à L'Anse-à-Valleau*. Gouvernement du Québec.

BAPE. 25 août 2006. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 231. Projet d'aménagement d'un parc éolien à Saint-Ulric, Saint-Léandre et Saint-Damase par Northland Power Inc.* Gouvernement du Québec.

BAPE. 15 septembre 2006. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 232. Projet d'aménagement d'un parc éolien dans la MRC de Rivière-du-Loup*. Gouvernement du Québec.

BAPE. 22 septembre 2006. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 233. Projet de développement d'un parc éolien dans la MRC de Matane par le Groupe Axor inc.* Gouvernement du Québec.

BAPE. 16 février 2007. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 238. Projets de parc éolien à Carleton-sur-Mer.* Gouvernement du Québec.

BAPE. 23 décembre 2008. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 255. Projets de parcs éoliens de Gros-Morne et de Montagne Sèche.* Gouvernement du Québec.

BAPE. 8 janvier 2010. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 264. Projet d'aménagement du parc éolien Des Moulins à Thetford Mines, Kinnear's Mills et Saint-Jean-de_Brébeuf.* Gouvernement du Québec.

BAPE. 2 mars 2010. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 267. Projet d'aménagement d'un parc éolien dans la MRC de L'Érable.* Gouvernement du Québec.

BAPE. 14 juillet 2010. *Rapport d'enquête et d'audience publique n° 269. Projet de parc éolien de New Richmond.* Gouvernement du Québec.

Blackburn, D., et al. 2009. *Éoliennes et santé publique. Synthèse des connaissances.* Direction de la santé environnementale et de la toxicologie. Institut national de santé publique du Québec. <https://eolien.ca/fr/bibliotheque/rapports/autres-rapports/item/eoliennes-et-sante-publique-synthese-des-connaissances.html>

Bojorquez-Tapia, L. A. et al. 2002. *Integrating Fuzzy Logic, Optimization, and GIS for Ecological Impact Assessments.* Environmental Management Vol. 30, No. 3, pp. 418-433. Springer.

Boroushaki et Malczewski. 2008. *Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGis.* Computers&Geosciences 34, 399-410. Elsevier.

Brans, J.-P. and Marechal, B. 2005. 'Promethee Methods'. In *Multiple Criteria Decision Analysis: State of de Art Surveys*. Edited by Figueira et al. Springer. Page 170.

Canning, G. and Simmons, L. J. 2010. *Wind Energy Study – Effect on Real Estate Values in the Municipality of Chatham-Kent, Ontario*. Canadian Wind Energy Association. <http://www.samsungrenewableenergy.ca/sites/default/files/pdf/haldimand/PropertyValuesConsultingReportFebruary42010%5B1%5D.pdf>

Carrion, J. A. et al. 2008. *Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plants*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Elsevier.

Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie. 2004. Parc éolien de Baie-des-Sables. Volume 1. Étude d'impact sur l'environnement. Cartier énergie éolienne.

Colby W. D. et al. 2009. *Wind Turbine Sound and Health Effects. An Expert Panel Review*. American Wind Energy Association and Canadian Wind Energy Association. http://www.canwea.ca/pdf/talkwind/Wind_Turbine_Sound_and_Health_Effects.pdf

Côté, F. 2006. *Impacts des éoliennes sur les chauves-souris*. Direction de la recherche sur la faune Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Québec.

CREBSL. 2010. *Plan Régional de Développement Intégré des Ressources et du Territoire*. Commission régionale des ressources naturelles et du territoire, Bas-Saint-Laurent. <http://www.crebsl.org/documentation/documents-par-dossier>

Chen, K., Blong, R. et Jacobson, C. 2001. *MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards*. Environmental Modelling & Software 16, 387-397. Elsevier.

Failing, L., Gregory, R. et al. 2007. "Integrating science and local knowledge in environmental risk management: A decision-focused approach". Ecological Economics 64(1): 47-60. Elsevier.

Feurtey, É. et al. 2008. *Énergie éolienne et acceptabilité sociale. Guide à l'intention des élus municipaux du Québec*. Rimouski, Québec : Centre de recherche sur le développement territorial.

Fortin, M.-J. 2006. 'Le paysage comme patrimoine collectif : de la découverte à la mobilisation citoyenne. Histoire Québec. Vol. 12, n° 1, p. 29-34.

<http://www.erudit.org/culture/hq1056841/hq1059818/11127ac.pdf> Page Web consultée le 15 juin 2010.

Fortin, M.-J. 2009. 'L'évaluation environnementale de grands projets industriels : potentialités et limites pour la gouvernance territoriale'. Dans *Vertigo*. Volume 9, numéro 1. <http://vertigo.revues.org/8505> Page Web consultée le 15 juin 2010.

Gendron, S., et al. 2007. *La filière éolienne au Bas-Saint-Laurent: un outil d'aide à la prise de décision dans le contexte municipal*. Conseil régional de l'environnement du Bas-Saint-Laurent. www.crebsl.com

GIRARDOT, J.-J. 2000. "Principes, Méthodes et Outils d'Intelligence Territoriale. Évaluation participative et Observation coopérative". In *Conhecer melhor para agir melhor*, Actes du séminaire européen de la Direction Générale de l'Action Sociale du Portugal, EVORA (Portugal), 3-5 mai 2000, DGAS, LISBONNE, décembre 2000, 7-17.

Gouvernement du Québec. 2006. *Projet de loi n° 118. Loi sur le développement durable*. Éditeur officiel du Québec.

GPCO inc. et Thibodeau, J-C. 2006. *Les retombées du développement de l'industrie éolienne au Québec*. Association Canadienne de l'Énergie Éolienne. http://www.canwea.ca/images/uploads/File/Wind_Energy_Policy/Provincial/Quebec

Hoen, B., et al. 2009. *The Impact of Wind Power Projects on Residential Property Values in the United States: A Multi-Site Hedonic Analysis*. Office of Energy Efficiency and

Renewable Energy. Wind & Hydropower Technologies Program. U.S. Department of Energy Washington, D.C. <http://eetd.lbl.gov/EA/EMP>.

Joerin, F. et Musy, A. 2000. 'Land management with GIS and multicriteria analysis'. *International transactions in operational research* 7, 67-78. Pergamon/Elsevier.

Lair, P. 2011, page 5. *Vers une stratégie de constitution d'un réseau écologique intra-forestier à l'échelle du Massif des Bauges*. Rapport de stage. Master 2 Professionnel. Université Aix-Marseille III. Responsable Agathe Leriche. Disponible sur : http://refora.online.fr/FRENE/PerrineLAIR_2011.pdf (Site Web consulté le 28 mars 2013).

Le Floch, S. et al. 2005. 'La fermeture du paysage : au-delà du phénomène, petite chronique d'une construction sociale'. Dans *L'Espace Géographique*, 34, 1, p. 49-64. http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=EG_341_64 Page Web consultée le 15 juin 2010.

Lauzon, M. et al. 2004. *Plan régional de développement du territoire public. Volet éolien. Gaspésie et MRC de Matane*. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs. Gouvernement du Québec.

Malczewski, J. 2006a. *Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis*. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 8, 270-277. Elsevier.

Malczewski, J. 2006b. *Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: the ordered weighted averaging (OWA) approach*. *Int. J. Environmental Technology and Management*, Vol. 6, Nos. 1/2. Indescience Enterprises Ltd.

Manzurul Hassan, M., Atkins P. J. and Dunn, C. E. 2003. *The Spatial Pattern of Risk from Arsenic Poisoning: a Banglades Case Study*. *Journal of Environmental Science and Health*. Vol. A38, No. 1, pp. 1-24. Marcel Dekker, Inc.

Maynard, R. et al. 2010. Environmental Noise and Health in the UK. University of Salford. Health Protection Agency.

Maystre, L. Y. et Bollinger, D. 1999. *Aide à la négociation multicritère. Pratique et conseils*. Presses polytechniques et universitaires romandes.

Petitclerc, P. et al. 2003. *Inventaire pour la protection des espèces végétales menacées ou vulnérables du milieu forestier*. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs. Direction de l'environnement forestier. Direction de la recherche forestière. <http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/2003-3091.pdf>

RCI 220-3-2007. Règlement numéro 220-3-2007 modifiant de nouveau le règlement de contrôle intérimaire numéro 220-2004 relatif à l'implantation d'éoliennes sur le territoire de la MRC de Matane. Province de Québec. Municipalité régionale de comté de Matane.

Ressources Naturelles Canada. Juillet 2008. *L'acceptation sociale des projets éoliens au Québec*. [online] Rapport par Maya Jegen. Gouvernement du Canada. Accessible sur: http://www.politique.uqam.ca/upload/files/PDF/Rapport_mandate.pdf (Consulté le 25 novembre 2010) (page 25).

Risser., P. 2007. Environmental Impacts of Wind-Energy Projects. National Academies Press. <http://www.nap.edu/catalog/11935.html>

Ruralys et al. 2008. *Caractérisation et évaluation des paysages au Bas-Saint-Laurent. Un outil de connaissance et de gestion du territoire*. DVD didactique. Conférence régionale des élus du Bas-Saint-Laurent et Gouvernement du Québec.

Schärlig, A. 1985. *Décider sur plusieurs critères. Panorama de l'aide à la décision multicritère*. Presses Polytechniques Romandes. Page. 182.

Schärlig, A. 1996. *Pratiquer Electre et Prométhée. Un complément à décider sur plusieurs critères*. Presses polytechniques et universitaires romandes. Page 134.

Sgard, A. et al. 2010. 'Le paysage en politique'. Dans *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 1, n° 2 | Septembre 2010, mis en ligne le 23 septembre 2010. URL : <http://developpementdurable.revues.org/8522> ; DOI : 10.4000/developpementdurable.8522. Consulté le 16 octobre 2010.

Shutidamrong, F. et Lovett, A. 2008. *Riding an Elephant to Catch a Grasshopper: Applying and Evaluating Techniques for Stakeholder Participation in Land-Use Planning within the Kae Watershed, Northern Thailand*. Dans *GIS for Environmental Decision-Making*, sous la direction de Andrew Lovett et Katy Appleton. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Simão, A. et al. 2008. *Web-based GIS for collaborative planning and public participation : An application to the strategic planning of wind farm sites*. Journal of environmental Management, doi:10.1016/j.jenvman.2007.08.032. Elsevier.

Sumathi, V.R. et al. 2007. *GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill*. Waste Management 28, 2146-2160. Elsevier.

Vazquez, M. de L., Waub, J.-P. et Ilinca, A. 2013b. 'Territorial Intelligence Modeling for Energy Development (TIMED) – A Case Study for the Baie-des-Sables (Canada) Wind Farm'. *International Journal of Multicriteria Decision Making*. Vol. 3, Nos. 2/3. Pages 236-255. InderScience Publishers.

Annexe B

RCI 220-3-2007. Règlement numéro 220-3-2007 modifiant de nouveau le règlement de contrôle intérimaire numéro 220-2004 relatif à l'implantation d'éoliennes sur le territoire de la MRC de Matane. Province de Québec. Municipalité régionale de comté de Matane.

Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie. 2004. Parc éolien de Baie-des-Sables. Volume 1. Étude d'impact sur l'environnement. Cartier énergie éolienne.

Ruralys et al. 2008. *Caractérisation et évaluation des paysages au Bas-Saint-Laurent. Un outil de connaissance et de gestion du territoire*. DVD didactique. Conférence régionale des élus du Bas-Saint-Laurent et Gouvernement du Québec.

Vazquez, M. de L., Waaub, J.-P. et Ilinca, A. 2013b. 'Territorial Intelligence Modeling for Energy Development (TIMED) – A Case Study for the Baie-des-Sables (Canada) Wind Farm'. *International Journal of Multicriteria Decision Making*. . 3, Nos. 2/3. Pages 236-255. InderScience Publishers. (À paraître).

Annexe E

Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie. 2004. Parc éolien de Baie-des-Sables. Volume 1. Étude d'impact sur l'environnement. Cartier énergie éolienne.

Direction des évaluations environnementales. Août 2011. Rapport d'analyse environnemental pour le projet d'aménagement du parc éolien du Massif du Sud sur le territoire des municipalités régionales de comté de Bellechase et des Etchemins par EEN CA Massif du Sud S.E.C. Développement durable, Environnement et Parcs, Québec.

Ruralys et al. 2008. *Caractérisation et évaluation des paysages au Bas-Saint-Laurent. Un outil de connaissance et de gestion du territoire*. DVD didactique. Conférence régionale des élus du Bas-Saint-Laurent et Gouvernement du Québec.

Cartier énergie éolienne, Pesca Environnement et Hélimax Énergie. 2004. Étude d'impact sur l'environnement. Parc éolien de Baie-des-Sables, Rapport principal. Cartier énergie éolienne.

Lair, P. 2011, page 5 : *Vers une stratégie de constitution d'un réseau écologique intraforestier à l'échelle du Massif des Bauges*. Rapport de stage. Master 2 professionnel. Université Aix-Marseille III. Responsable Agathe Leriche.